

وزارة البحث العلمي
أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا
سلسلة المكتبة العلمية

في رحاب الكون

تأليف
الأستاذ الدكتور / زين العابدين متولي
أستاذ متفرغ بقسم الفلك - كلية العلوم - جامعة القاهرة

٢٠١٠

وزارة البحث العلمى
أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا
سلسلة المكتبة العلمية
كتب علمية مبسطة

فى رحاب الكون

تأليف
الأستاذ الدكتور / زين العابدين متولى
أستاذ متفرغ بقسم الفلك - كلية العلوم - جامعة القاهرة

تصـــديـــر

من المرتكزات الرئيسية لسياسة وزارة البحث العلمى ، ترسيخ الوعى العلمى والتكنولوجى لدى الجماهير ، واستيعاب واستخدام الأسلــوب العلمى فى التفكير والأداء والإنجاز فى شتى نشاطات الحياة ، ونشر هذا الوعى ليكون عملية قومية داخلية فى نطاق النظام الوطنى ، لإدراك مخاطر سلبيات وإيجابيات التقدم العلمى والتكنولوجى المتسارع .

وذلك لا يمكن أن يتم إلا من خلال برنامج وطنى للثقافة العلمية والتكنولوجية يشكل قدرا أساسيا فى ثقافة كل فرد من أفراد المجتمع ، والذى بدونه يعيش المجتمع فى تخلف ويحرم الكثير من تعظيم الاستفادة من المنجزات العلمية والتكنولوجية ، التى تدخل حياة كل الناس وتؤثر على مستقبلهم .

وهذا البرنامج يتطلب تحفيز كل الطاقات ذات العلاقة بالأنشطة التربوية والتعليمية والإعلامية والثقافية ، وأن يقوم المجتمع العلمى والتكنولوجى ببذل الجهد المخلص لوضع العلم والتكنولوجيا فى مركز الصدارة على صعيدى العمل والفكر .

وفى هذا السياق تأتى جهود أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا فى إدماج الثقافة العلمية كمكون هام فى ثقافة المجتمع ، وذلك من خلال وسائل مختلفة من أهمها إصدار المجلات والكتب العلمية المبسطة لتكون عاملاً سهلاً وفى متناول الجميع لنشر الثقافة والوعى العلمى .

وهذا الكتاب الذى بين يديك أيها القـارئ العزيـز هو الكتاب التاسع من سلسلة " **المكتبة العلمية ... كتب علمية مبسطة** " وتهدف السلسلة إلى إثراء المكتبة العربية ونشر الثقافة العلمية على أوسع نطاق لزيادة الوعى العلمى والتكنولوجى لدى القراء .

أسأل الله العلى القدير أن يوفقنا إلى ما فيه الخير لخدمة مصرنا الحبيبة ، ووضعها لتأخذ مكانها المرموق بين الدول فى عصر النهضة التكنولوجية التى نادى بها وأرسى أسسها السيد الرئيس محمد حسنى مبارك .

وزير التعليم العالى
والدولة لشئون البحث العلمى

" أ.د.هانى محفوظ هلال "

تقـــــــــديم

تدرك أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا أن مهمتها ليست مقصورة على رعاية البحث العلمى والتخطيط له ، وربطه ببرامج التنمية المختلفة بالدولة ، بل هى تتسع لتشمل نشر الثقافة العلمية إلى أبعد مدى تستطيع بلوغه فى قطاعات المجتمع ، فكان من أهم ما حققته فى هذا المجال ، إصدار مجلة شهرية لتبسيط الموضوعات العلمية هى " مجلة العلم " وقد بذلت الأكاديمية وتبذل غاية الجهد المادى والأدبى لدعم انتظام ظهور هذه المجلة منذ إصدار العدد الأول منها فى مارس ١٩٧٦ ، وفى عام ١٩٨٩ أنشأت الأكاديمية مجلساً تنفيذياً للثقافة العلمية والتكنولوجية لرعاية هذه المهمة الجليلة .

وكان أبرز ما استحدثه ذلك المجلس التنفيذى إنشاء لجنة تختص بالكتب والموسوعات العلمية وكان من خطة عملها فى الآونة الأخيرة أن تصدر الأكاديمية ثلاث سلاسل من الكتب العلمية أطلقت على أولاها " المكتبة العلمية ... كتب علمية مبسطة " يتناول كل كتاب منها موضوعًا مستقلاً متكاملاً ملبية لاحتياجات المجتمع المصرى ودعما للعلاقة بينه وبين العلـــم، أمـــا السلسلة الثانية فهى " سلسلة مائة سؤال وجواب " يتناول كل كتاب منها مائة سؤال حول فرع من فروع العلم وأجوبتها فى محاولة لتغطية كافة التساؤلات حوله .

أما السلسلة الثالثة فهى سلسلة قضايا بيئية معاصرة لنشر الثقافة البيئية على أوسع نطاق وتيسير المفاهيم العلمية الحديثة والذى بين يديك أيها القارئ

العزيز هو الكتاب التاسع من سلسلة " المكتبة العلمية ... كتب علمية مبسطة " وتهدف السلسلة إلى إثراء المكتبة العلمية العربية ونشر الثقافة العلمية على أوسع نطاق لزيادة الوعي العلمي والتكنولوجي لدى القراء .

والله أسأل أن يثبت الجميع على خير ماقدموا وأن ينفع بهذا العمل أمة ساعية لمجد أبنائها في عصر النهضة التكنولوجية تحت رعاية الزعيم والقائد الرئيس محمد حسني مبارك.

رئيس
أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا
ومساعد وزير البحث العلمي

أ.د. ماجد مصطفى الشربيني

مقـــــدمـــة

انطلاقًا من إيمان الأكاديمية بأهمية نشر الوعى العلمى بين جميع الفئات بصفة عامة والنشء بصفة خاصة فهى تسعى بكافة أجهزتها وأنشطتها لأن يكون التفكير والمنهج العلمى هو أسلوب حياة المـــواطن المصـــرى . لذلك حرصت أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا على دعم سبل التثقيف العلمى والتكنولوجى . وفى إطار إسهام الأكاديمية فى نشر وتأصيل الثقافة العلمية فقد أنشأت المجلس التنفيذى للثقافة العلمية والتكنولوجية ليضع هذه المهمة من أولويات أهدافه وفى سبيل ذلك تم تشكيل ست لجان تعمل مجتمعه على تحقيق هذه الأهداف ومنها لجنة الموسوعات والكتب العلمية المبسطة .

وقد ارتأت اللجنة أن تصدر الأكاديمية ضمن إصدراتها عدد من الكتب من خلال ثلاث سلاسل هى سلسلة " المكتبة العلمية .. كتب علمية مبسطة " ، " سلسلة مائة سؤال وجواب فى " ، " سلسلة قضايا بيئية معاصرة " والكتاب الذى أتشرف بالتقديم له هو الكتاب التاسع من سلسلة " المكتبة العلمية .. كتب علمية مبسطة " والتى من ضمن أهدافها إثراء المكتبة العربية والتعريف بدور العلم والتكنولوجيا فى المجتمع المصرى ونشر الثقافة العلمية على أوسع نطاق لزيادة الوعى العلمى والتكنولوجى لدى القراء .

أتقدم بخالص الشكر إلى راعى البحث العلمى والثقافة العلمية الأستاذ الدكتور / هانى محفوظ هلال وزير التعليـــم العالى والبحث العلمى على دعمه المستمر للشباب . كما أتقدم بالشكر إلى لجنة الموسوعات

والكتب العلمية المبسطة على ما تبذله من جهد لزيادة الوعى العلمى والتكنولوجى لدى القراء .

دعاء من القلب أن ينفعنا الله بما نعلم وأن يعيننا على فهم مالا نعلم ، وأن يجعل عملنا هذا متكاملا مع التجارب المناظرة فى أى مكان من العالم ، وأن يكون لمصرنا العزيزة السبق والريادة فى الأخذ بأسباب النهضة التكنولوجية التى نادى بها ووضع أسسها القائد والزعيم الرئيس محمد حسنى مبارك .

نائب رئيس الأكاديمية
للعلاقات العلمية والثقافية

" أ.د. محسن محمود شكرى "

توطئــه

لعل دراسة تطور الكون هى أجرأ سبحة من سبحات الخيــال البشرى ، ذلك أن الكون يبدو مستقرا غير متطور ... فالأيام تتــوالى عدوًا يومًا إثر يوم ، والفصول تتعاقب تعاقبًا منتظمًا رتيبًا فصلاً إثــر فصل . ويرنو الإنسان بين الوقت والوقت إلى ذلك السقف الذى يبــدو لا نهائى الذى يعلوه ويغطيه ويحيط به من جميــع نواحيــه ... فــإذا السماء هى هى ، وإذا النجوم هى هى .

ومنذ ألف سنه مضت سجل " هباركوس " النجوم التى كانــت فى عهده ، وننظر نحن اليوم إلى السماء ... فإذا نجوم " هبــاركوس " مازالت ترنو إلينا .

ونجوم الــدب الأكبــر والجــوزاء نعرفهمــا كمــا عرفهمــا " هوميروس " الشاعر اليونانى القديم .

فالإنسان البدائى انحنى أمام العجز والجهل والمرض وأرعبته العوامل الكونية ، وسيطرت عليه الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية ، وبالنتيجة تغلبت هذه العوامل على ذات الإنــسان المــؤمن بفطرتــه ، المشتاق إلى معرفة الحقيقة وفرضت عليه أوهاما عاشت معه ورافقت علمه ودينه فى عصور الجاهلية الأولى عهد الأساطير والخرافــات ، وانحراف الإنسان المصاب فى دينه وعلمه ، وضل فى متاهات الجهل وصحارى الضياع . فكان مظاهر دينه التوسل بالتمائم والسجود أمــام

الموجودات الطبيعية والعكوف عند التماثيل التى كانت لا تملك نفعا ولا ضرا ، وكان نشاطه العلمى متشابها تماما لوضعه الدينى ، فكان يعالج بالطلاسم ويكافح الجدب بدفن إنسان فى الأرض ، ويتغلب على الطوفان بإغراق شخص فى البحر ، ويُطيب الصداع بنفخ الساحر فى أذن المصاب ، وكان يفهم الخسوف والكسوف بغضب من الشمس والقمر ، وكان ينجد منهما بدق الطبول ، وبذلك فقد أُبتلى الدين والعلم فى دور الطفولة وأيام الصبا بمرض مشترك ألا وهو الأساطير والخرافات .

المؤلف

الباب الأول

تطور الفكر الكونى

حينما بدأ الإنسان الأول فى الاستقرار بعد عصور الارتحال وراء الصيد أخذ يقلب وجهه فى أرجاء الكون الفسيح ، ويرجع بصره كرات وكرات نحو السماء ، كأنما يستطلع سرها ويستكشف عظمة الكون ، فراعه ما شاهده من ظواهر طبيعية وخاف منها وأخذ فى عبادتها ، وتبعًا لذلك فقد اهتم في دراستها ، وفى بادىء الأمر كان الهدف هو الكون الذى يعيش فيه الإنسان ، أى الخير الذى يحتوى على الأرض وما يحيط بها من أجرام أخرى تظهر وتختفى بمواعيد . وتعلم الإنسان وهو فى مطلع وجوده فى هذه الحياة من الطبيعة المحيطة به ، سماء وأرضًا ، أشياء وأشياء ... وكان لابد من القسوة حينا ومن اللين أحيانا ... فهى مرة تنذره بالكوارث والصواعق ، ومرات تكن له الأم الحنون فترشده وتعينه وتعلمه من الفلك والحساب ما يستعين به على تحديد مواسم الزراعة ومواعيد الحصاد والفيضانات ... استطرد الإنسان القديم من ذلك إلى الأصول الأولى لعلم الفلك .

وإذا تصفحنا سجلات التاريخ ، منذ بدأ التاريخ يسجل تطور الحضارات وانحلالها ، لم نجد فيها أى دليل – أو مجرد إشارة – يوحى بحدوث أدنى تغير فى طبيعة النجوم ، ولكن الواقع أن النجوم

تتغير . كما سنتبين فى خلال فصول هذا الكتاب إن شاء الله

إن الكون يمتد إلى ما وراء حدود أبصارنا وتغيراته وتطـوره إنما تجرى أحداثها فى بطء شديد حتى إن تاريخ البشرية كلها - علـى ما يبدو لنا من طوله - ليعد برهه قصيرة من مقاييس الزمان الكونـى ، لا تكفى لاستحداث أى تغير ملحوظ فى هذه الأحداث .

والتطورات والتغيرات والأحداث الكونية قد تركت أمام العلماء أثارًا تنبىء عنها وعلامات تنم عنها .

وشأن العلماء - علماء الفلك - لا يختلف كثيـرًا عـن شـأن شخص يقف خارج دار من دور السينمـا تعـرض أمامـه مـشاهد متناثرة " لقطات " فإذا هو يحاول أن يربط بينها ، وينشىء منها فـى ذهنه قصة " الفيلم " كاملة .

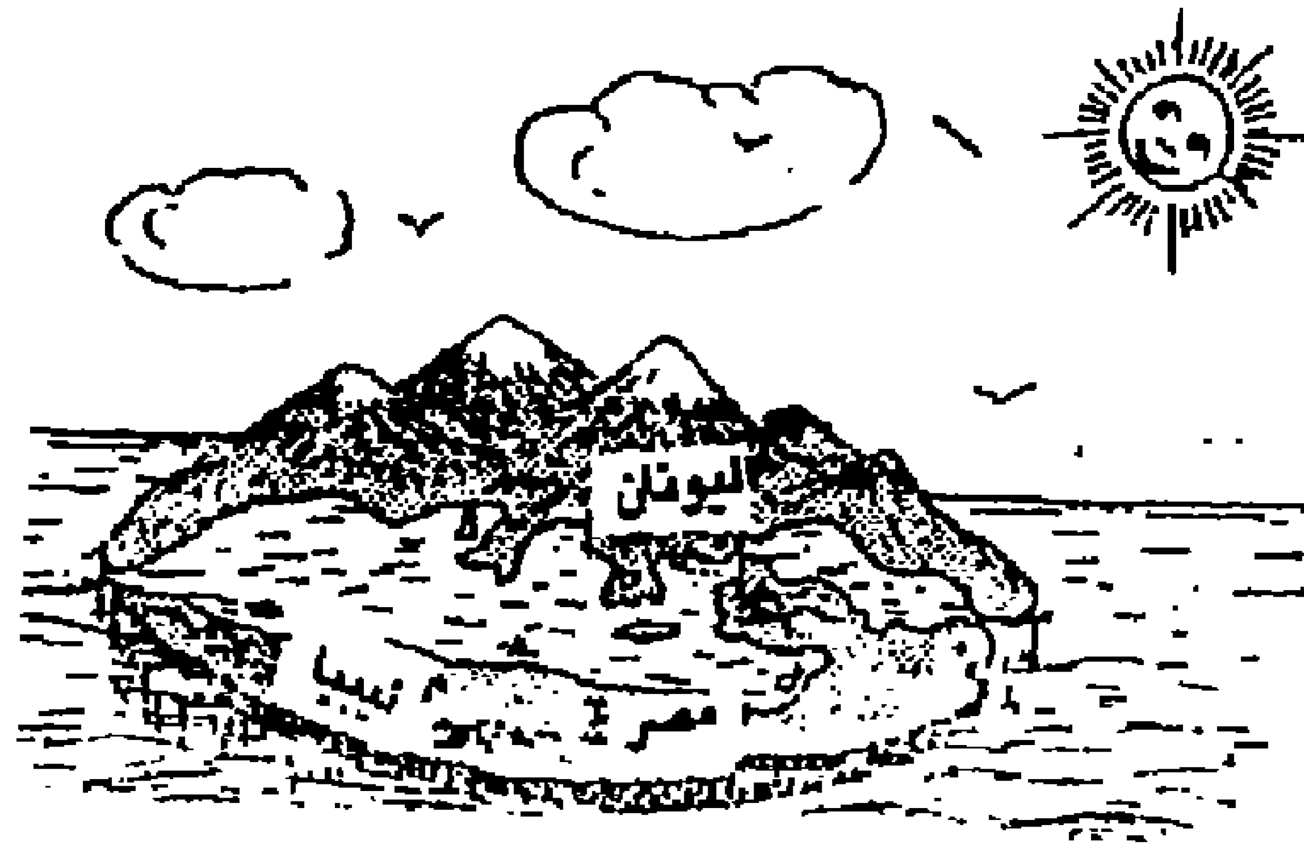
والتليسكوب يمد العلماء من أمثـال هـذه اللقطـات الـساكنة المحيرة وكل لقطة من هذه اللقطات تتعرض لنا دورًا يشترك فى أدائه مجموعة من الأجسام السماوية ، فمنها أجسام تظهـر فـى أوضـاع ثائرة ، ومنها أجسام أخرى تشع الهدوء والطمأنينـة . وتمـر أمامنـا أجسام توثقت بينها الصلات وتجمعات تنسج لنـا مـشاهد اللحظـات الحاسمة . وتتلاصق أمامنا مناظر رائعة تتجمع فيها أجـسام سـماوية تكشف لنا على اتجاهات الأجسام السماوية الأخرى .

وعلى كل حال ، فإن محاولة معرفة قصة الكون كاملة فإنها تبدو صورًا منقطعة النظير ، إنها محاولة لا تقتصر على تحليل مواقف بعينها ، ولكنها تزعم أن في وسعها صياغة قوانين عامة شاملة ، وكل عدتها بضع لقطات ساكنه لبضع مشاهد قليلة إلى حد يستثير الأسف ، هذا إلا أنها لم تسجل تسجيلاً دقيقًا .

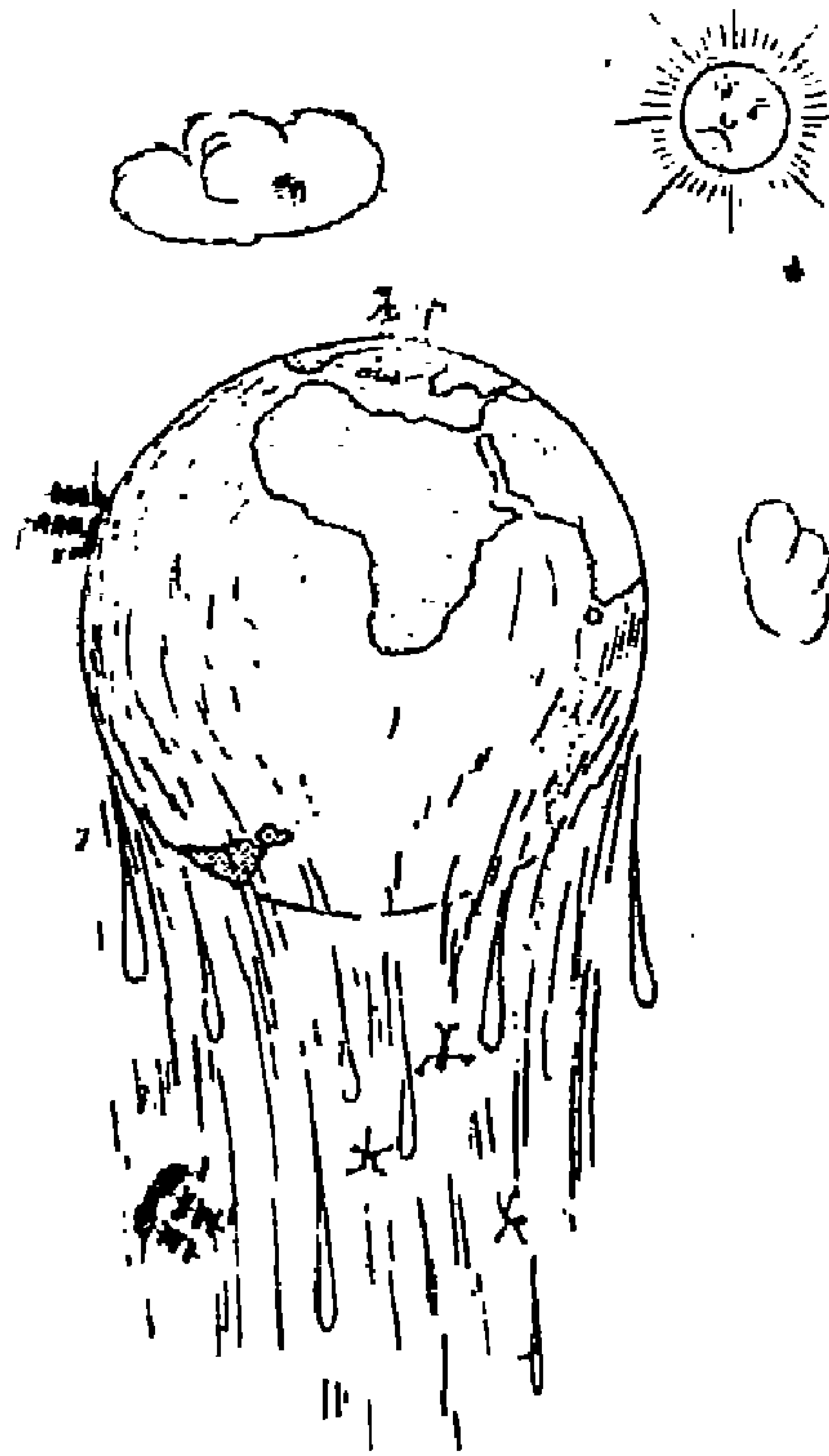
اعتقد الإنسان في فجر الحضارة هذا الشيء الذى نطلق عليه الكون ، صغير إلى درجة مضحكة . وكان يتخيل أن الأرض قرص مسطح طاف على سطح محيط الكون ، وتحت هذا العالم لم يكن هناك – من وجهة نظره – إلا الماء على أعماق سحيقة إلى أقصى ما يمكن للإنسان أن يتخيله ومن فوقه السماء مستقر الآلهة . وكان لهذا القرص من الاتساع ما يكفيه لحمل كل الأراضي التي عرفها علماء الجغرافيا في ذلك العصر : أي شواطيء البحر المتوسط والمناطق المطلة عليه من أوروبا وأفريقيا وجزء من آسيا ، وكان الجزء الشمالي من القرص محدودًا بسلسلة من الجبال المرتفعة ، ومن ورائها تختفي الشمس أثناء فترة الليل لتهجع على سطح المحيط الكوني ، والشكل الآتي يرينا صورة تعطينا فكرة دقيقة إلى حد كبير عن صورة العالم في عيون أهل العصور القديمة ، ولكن في القرن الثالث قبل الميلاد ظهر رجل عارض هذه الصورة المبسطة للعالم ، التي كانت تلقى قبولاً عامًا بين أهل زمانه . وكان هذا الرجل هو الفيلسوف الإغريقي " أرسطو "

وقد طرح أرسطو فى كتابه بعنوان " عـن الـسماء " نظريـة تنادى بأن الأرض كروية تغطيها اليابسة فى أجزاء ، والماء فى أجزاء أخـرى ، ويحيط بها الهواء . وأيد هذه النظرية بأدلة تبـدو لنـا الآن بديهية ، حيث أشار إلى أن السفن تتدرج فى الاختفاء عـن الأبـصار فيما وراء الأفق فيختفى الجسم أولاً ويظل الصارى ظاهرًا كما لو كان خارجًا من الماء ، مما يدل على أن سـطح الأرض مقـوس ولـيس مسطحًا ، وأرجع خسوف القمر إلى سقوط ظل الأرض على سطح هذا التابع ، وحيث إن هذا الظل دائرى ، فلابد أن تكون الأرض مـستديرة كذلك ، ولكن لم يصدقه فى ذلك الوقت سوى قليل من الناس ، فلم يكن بمقدور أهل الأرض أن يفهموا كيف يمكن أن يسير الناس الموجودون على الجانب الآخر من الأرض (وكانوا يطلقون علـيهم المقـابلون ، وهم الاستراليون فى العصر الحديث) فى مثل هذا الوضع المطلـوب دون أن يسقطوا ، وكيف تحتفظ الأرض بماء البحر فى هذه الأجـزاء إذا كانت الأرض مستديرة حقًا ؟ فلم يكن الناس يدركون فى ذلك الوقت أن الأشياء تسقط إلى أسفل بفعل الجاذبية الأرضية ، إذا كان " أعلى " و " أسفل " بالنسبة لهما ، اتجاهين مطلقين لا يتغيران بتغير المكان .

ويبدو أن فكرة " أعلى " الذى يصبح " أسفل " و " أسفل " الذى يصبح " أعلى " عندما تنتقل إلى نصف الكرة الأرضية الآخـر فكـرة بلهاء ، مثلما تبدو للبعض نتائج النظرية النسبية التى أبدعها " أينشتين "



العالم كما كان يتخيله القدماء



الاعتراض على فكرة كروية والأرض

فى عصرنا هذا ، وكان سقوط الأجسام الثقيلة لا يفسر بقوة جذب لها ، كما نقول الآن ، ولكن بالميل الطبيعى فى كل الأشياء للاتجاه إلى أسفل ، وهكذا إذا خاطرت بالذهاب إلى النصف الآخر من الأرض (وكانت كروية) فلابد سقوطك إلى أسفل حيث السماء الزرقاء . فما أقوى المعارضة التى واجهت هذه الفكرة الجديدة ! لدرجة أنك ترى فى كثير من الكتب التى طبعت فى هذا القرن الخامس ، أى بعد ألفى عام من أرسطو رسومًا يظهر فيها سكان الجزء المقابل من الأرض واقفين على رءوسهم على أسفل الكرة الأرضية كنوع من السخرية من الفكرة ، وربما كان " كولومبس " العظيم نفسه فى شك من خطته عندما بدأ رحلته لاكتشاف الطريق العكسى إلى الهند ، والواقع أنه لم ينجح فى ذلك لأن قارة أمريكا اعترضت سبيله ، ولم يتغير هذا الشك بصفه نهائية إلا بعد قيام الرحالة الشهير " فرناندو دى ماجالانس " (المعروف بمجلان) برحلته البحرية حول العالم .

ويمضى الإنسان فى مدارك الزمان حتى يستشعر إلى صلة تربطه بقوة خفية مسيطرة على هذا الكون ومسيرة له فكان الدين هو محور ذلك والمحرك له ، حتى علم الإنسان أخيرًا وتثبت عن يقين وإيمان أن لهذا الكون الكبير إله ، وأنه واحد فرد صمد ، وإنه خالق هذا الكون العظيم ، وإنه فاصل الظلمة عن النور ، وإنه رافع السماء

بغير عمد ، ويقول سبحانه وتعالى في محكم آياتــه " الله الــذى رفــع السماوات بغير عمد ترونها " وفيمــا بــين الــسماء والأرض يتطلــع الإنسان اليوم وبالأمس وفى الغد فيرى الصورة الكونية بأحلى معانيهــا وأبهى مظاهرها .

وقد تناول السلف من العرب ، ومن عجــم فــى ســائر أمــم الأرض ، هذا الكون بالتأملات الفلسفية الفلكية والطبيعية ، ما يدل على أنهم لم يكونوا أقل تطلعًا إلى المعرفة ولا هم أقصر خيالاً فى التصور العلمى المنظم عن رجال عصرنا هذا .

كان اعتقاد قدماء المصريين أن الشمس والقمر سرمديان ، أى أزليان ، ولهذا فهما يمثلان الأزلية أو الأبدية ، ولهذا فقد نقش القــدماء على المعابد والمقابر صورة التنين ، أو الحية الماسكة بــذيلها مكونــة شكلا دائريًا ليس له أول أو أخر ، وهذا كان يرمز إلى الكــون الــذى ليس له بداية ولا نهاية ، وكان من مفهومهم بأن السماء فى محيط كبير مترامى الأطراف ، مستندًا على أربعة أعمدة ، وأن الشمس تولد كــل صباح عابرة السماء فى قارب سماوى من الشرق إلى الغــرب ، ثــم تهوى إلى الهاوية جهة الغرب أثناء الليل ، كما أن يبدأ شروقها ثانيــة من جهة الشرق ، وقد تم كشف هذه المراكب الشمسية بجــوار هــرم خوفو الأكبر بالجيزة بمصر .

من أهم خصائص الإنسان رغبته الملحة فـي فهـم مظـاهر الأكوان والطبيعة ، والسعى إلى تفسير أحوالهـا ومجرياتهـا ، وقـد تباينت الرؤى فى هذا الصدد على مختلـف العـصور والحـضارات السابقة ، ومنها تلك التفسيرات التى اعتقدت أن ثمة إرادة حية كـإرادة الإنسان تكمن فى جوف تلك الظواهر الطبيعية وتحركها حركة ذاتية ، وتداعت تفسيرات أسطورية حول سطوة تلك الظواهر والعمـل علـى استرضائها ، كما ظهر تفسير ارتبط بـالقوى الخفيـة التـى تقـذف بالأحداث فى صلتها بما يرتكبه البشر من أفعال خيرة أو شريرة جزاء وفاقًا ثوابًا وعقابًا . وهكذا تعددت وتواترت مختلف المحـاولات فـى إدراك أحداث الطبيعة وأحوال البشر سعيًا للفهم والتكيف والتعامـل ، مع ما يضطرب به الكون الذى يعيش فيه الإنسان فردًا وجماعة .

وبوجود حب الاستطلاع عند الإنسان واتساع آفاقه المستمر ، فإنه يتحتم عليه توجيه اهتمامه إلى السماء فوقه ، كمـا وجهـه إلـى الأرض من تحته ، وبالفعل قد بدأ الإنسان منذ حوالى ٥٠٠٠ سنه فى تسجيل المعلومات بطريقة منتظمة ودائمة ، لـذلك فـإن المعلومـات المتاحة للأجيال التالية لم تعتمد على الخبرة المباشرة أو الكلمة المنطوقة .

منذ عصر النهضة فى أوروبا ، فقد كانت الفلسفة هـى التـى تحتوى على معرفة أصل الكون ، وفيما بعد أخذت المعلومات فى الازدياد ، وخاصة بعد اختراع جاليليو التلسكوب فى القرن السابع عشر الميلادى .

بدأت الثورة الثقافية فى القرن العشرين ، وقد نمت المعلومات الجديدة ، ونشرت بالسرعة التى جعلت من الصعب علـى الدارسـين تتبعها حتى فى مجالات تخصصهم ، واعتقد البعض أننا مهددون بعدم اكتمال الفهم وإساءة استعمال الحقائق الجديدة والتكنولوجيا .

ونحن الآن فى نهاية القرن العشرين ، ليس هناك من لم يسمع عن الاكتشافات الكونية التى أرسلتها المركبات الفضائية ، إن لم تكـن شوهدت على شاشات التليفزيون ، ولا يمكن بأى حال من الأحوال أن يُوجد لدينا شخص مثقف طالما أنه لم يصل إلى معرفة الرؤية الحديثـة للكون الفيزيائى وتاريخ الاكتشافات الهائلة التى يحتويها .

فمن المعطيات الكلية للعلوم الكونية المعاصرة ما يمكن إيجازه فيما يلى :

- إن هذا الكون الذى نحيا فيه متناه فى أبعاده ، مذهل فى دقة بنائه ، مذهل أيضا فى إحكام ترابطه وانتظام حركاته .
- إن هذا الكون مبنى على نفـس النظـام مـن أدق دقائقـه إلـى أكبر وحداته .
- إن هذا الكون دائم الاتساع إلى نهاية لا يستطيع العلم الحديث إلـى الآن إدراكها .
- إن هذا الكون على قدمه ، مخلوق مستحدث ، كانت له فى الماضى السحيق بداية حاول العلم التجريبى قياسها ، ووصـل فيهـا إلـى دلالات تكاد تكون ثابتة ، لو استبعدنا الأخطاء التجريبية .

- إن هذا الكون المادى لا يمكن أن يكون قد أوجد نفسه ، ولا يمكـــن لأى من مكوناته المادية أن تكون قد أوجدته .
- إن هذا الكون المتناهى الأبعاد ، الدائم الاتساع ، المحكـــم البنـــاء ، الدقيق الحركة والنظام الذى يدور كل ما فيه فى مدارات محـــددة ، وبسرعات مذهلة متفاوتة وثابتة لا يمكن أن يكون قد وجد بمحض المصادفة .

هذه المعطيات السابقة تقضى إلى حقيقة منطقية واحدة مؤداهـــا أنه لا يمكن أن يكون الكون قد وجد بمحض المصادفة ، فلابد له مـــن موجود عظيم ، له من العلم والقدرة والحكمة ، وغير ذلك من صـــفات الكمال والتنزيه ما لا يتوافر لشيء من خلقه ، بل ما يغـــاير صـــفات المخلوقات جميعًا ، فلا تحده حدود المكان ولا الزمان ولا قوالب المادة أو الطاقة ، ولا تدركه الأبصار ، وهو يدرك الأبصار ، ولا ينـــسحب عليه ما يحكم خلقه مـــن ســـنن وقـــوانين قـــال ســـبحانه وتعـــالى :

" ليس كمثله شئ " (الشورى ١١)

هذا الخالق العظيم الذى أوجد الكون بما فيه ، ومن فيـــه هـــو وحده الذى يملك القدرة على ازالته وإفنائه ، ثم إعادة خلقه وقتما شـــاء وكيفما شاء .

لدراسة نظريات نشأة الكون ، فهذا سوف يتـــسع فيـــه مجـــال الخيال والتصور ، وذلك بالتحرر من قيـــود النـــواميس الأرضـــية ،

واللجوء إلى القدرة الإلهية إذا دعا الحال . وإدخال أفكــار ومجــالات جديدة مقدسة ، وإعطاء الفرصة لذكر الخالق والتفكر والتعجــب فــى خلقه ، وهذا نوع من العبادة ، وعمومًا فإنه لــيس هنــاك أى حــدود للتصور والخيال ، طالما أنه لا يتعارض مــع المعتقــدات الــسماوية الأساسية ، ولا تؤدى إلى الشك فى وجود الله ووحدانيته .

وأصبح من حقنا الآن أن نتساءل ... مما خلق الكــون ؟ وأى نوع من المادة هو الأكثر انتشارًا ؟ وما المقدار الموجود منهــا ومــا توزيعه ؟ وفعلا قد أصبحت الأسئلة ، وهى فى مركــز اهتمــام علــم الكونيات أكثر إثارة خلال السنوات القليلة المنصرمة ، وبسبب تــراكم الأدلة التى تدعم الافتراض القائل بأن معظم كتلة الكون خفية – أى لا يستطيع رؤيتها أى من التلسكوبات الموجودة أو أية أداة رصد أخــرى – وعمومًا فالتطورات الجديدة فى علم الفيزياء الفلكية ، قــد ســمحت بتكهنات جديدة عن تركيب وتوزيع هذا الشكل من المادة ، الــذى قــد يكون غريبصا جدًا .

مازلنا كالعميان فوق الأرض ، لأننا لو صعدنا فوق الغــلاف الجوى فسوف يتفتح الكون أمامنا ، فالأسئلة الأساسية فى الفلك تتوقف على مدى رؤية المدى الكامل للطاقة التــى مازالــت تتعــدى رؤيــة الإنسان ، من حيث عدم الرؤية للأشعة تحت الحمراء ، والأشعة فوق البنفسجية ، وأشعة إكس ، وأشعة جاما ، والنظرة لــدينا عــن الكــون

مازالت مشوهة ، عندما لا نضع هذه الأشـــعة غيـــر المنظـــورة فــــى اعتبارنا .

وأخيرًا يفكر العلماء فى بناء تلسكوب فى الجانب المظلم مــــن القمر (الجانب الذى لا نستطيع رؤيته من الأرض) للاقتـــراب مــــن جوف الكون ، وهذه الخطوة الجبـــارة ســـوف نـــرى مـــن خلالهـــا " التلسكوب " بانوراما أوسع مجالاً وأكثر قربًا مـــن حافـــة الكـــون ، وسيفتح كذلك صفحات فى كتابنا هذا ، كانت مطوية لبلايين الـــسنين ، وعندما بدأ التلسكوب الجديد عمله ، قد يكون بداية الإجابة علـــى آلاف الأسئلة ، وعندما يتجول التلسكوب الجديد بعينيه فى أرجـــاء الـــسماء المضيئة يفتش على الإجابات فى ذاكرته . وهل ستسلمه النجوم بعض أسرارها ومكوناتها ليفيض علينا برسائله الراديويه التى سيبعثها تباعًـــا إلى الأرض .

الباب الثاني

نظـــــرة عامـــــة

الكون فى العلم القديم

لم يكن بين يدى الإنسان القديم شيئا من مبتكرات التكنولوجيـــا الحديثة التى نستخدمها الآن فى الرصد وبـــذلك فلـــم تـــسعفه عينـــاه المجردتان إلا لمعرفة الأرض ، وكذلك أقرب الأجـــسام إليهـــا وهـــو القمر ، ثم الشمس ، وبعض كواكب مجموعتنا الشمسية ، ثـــم بعـــض النجوم التى لقبها العلماء بلقب " الثوابت " لأنه كان يظن أنهـــا ثابتـــة لا تتحرك ، وبالطبع هذا الظن ما هو إلا ظن خاطئ .

وكان المصريون والسومريون هم أول من لاحظـــوا توزيـــع الأجرام الفلكية فى السماء ، وانتظام حركـــة بعـــضها ، ووجـــدوا أن الشمس تشرق فى أيام الربيع من الشرق تمامًا ، وتغرب فى آخر كـــل يوم فى الغرب تمامًا ، وأن طول النهار والليل خلال فـــصلى الربيـــع والخريف تقريبًا متساويان ، وهذا ما نلقبه الآن " الاعتدال الربيعـــى " و " الاعتدال الخريفى " ثم تنحرف شمالاً فى شروقها وغروبها ، وبعد شهر من الزمان نجد أنها انحرفت كثيرًا فصارت تشرق من مكان بعيد شمالاً ، عن المكان الذى كانت تشرق منه وتغرب فى مكان يبعد شمالاً أيضا عن المكان الذى كانت تغرب فيه ، وأن النهـــار طـــال والليـــل

قصر ، وإذا داومنا على مراقبتها حتى يصير النهار على طوله ، والليل على قصره ، وجدنا أنها تكتفى بما تقدمته شمالاً فى شروقها وغروبها ، ثم ترتد جنوبا يومًا بعد يوم فى الشروق والغروب إلى أن يعود الليل والنهار متساويان ، وتتخطى ذلك جنوبًا إلى أن يصير النهار على قصره ، والليل على طوله ، وتعود فتتقدم فى شروقها وغروبها شمالاً إلى أن يعود التساوى بين الليل والنهار ، ثم تتخطى ذلك كما تخطته قبلا إلى أن يصير النهار على طوله أولاً ، والمدة التى عاد فيها النهار على طوله ثانية نحو ٣٦٥ يومًا .

وقد اهتدى المصريون والسومويون بملاحظة هذه الدورة الشمسية لا إلى الليل والنهار ، أى " اليوم " فقط وإنما الفصول السنوية الأربعة ، وإلى السنة الشمسية التى تتألف منها ، وقد قرنوا هذه المعارف التى اهتدوا إليها بمواسم الزراعة والحصاد ، وبظهور نجم الشعرى اليمانيه ، وكان يصل معه فيضان النيل كل عام إلى مصر .

وعرف المصريون والسومريون إلى جانب دورة الشمس دورة أخرى ، هى دورة القمر ، فالقمر يماثل الشمس جرما حسب الظاهر ، ولكنه أقل منها نورًا ، ويختلف عنها أيضًا فى أنه يكون هلالاً يظهر فى السماء فوق الأفق الغربى بعد غروب الشمس ، وينحدر نحو الغرب ، ويغيب فيه ، ثم يظهر فى المساء الثانى أعلى مما ظهر فى المساء السابق ، وكذلك الجزء المنير منه أوسع مما كان فى المساء



المجموعة الشمسية صورة حقيقية للكواكب
مأخوذة من إحدى مركبات الفضاء

الأول ، ويزيد بعدًا نحو الشرق وإشراقًا ليلة بعد ليلة إلـــى أن يتكامــل ويصير بدرًا كاملاً بعد ١٤ ليلة أو ١٥ ليلة ، ويتـــأخر طلوعـــه مـــن الشرق ليلة بعد أخرى ويتناقص الجزء المنير منه ليلة بعد ليلة إلى أن يعود هلالاً فيطلع فى الصباح قبل الشمس ، ويغيب فى المساء بعـــدها بقليل ، وبين الهلال والهلال نحو ٢٩ يومًا ونصف يوم ، وهو الـــشهر القمرى ، فالقمر يقسم الزمان إلى شهور قمرية .

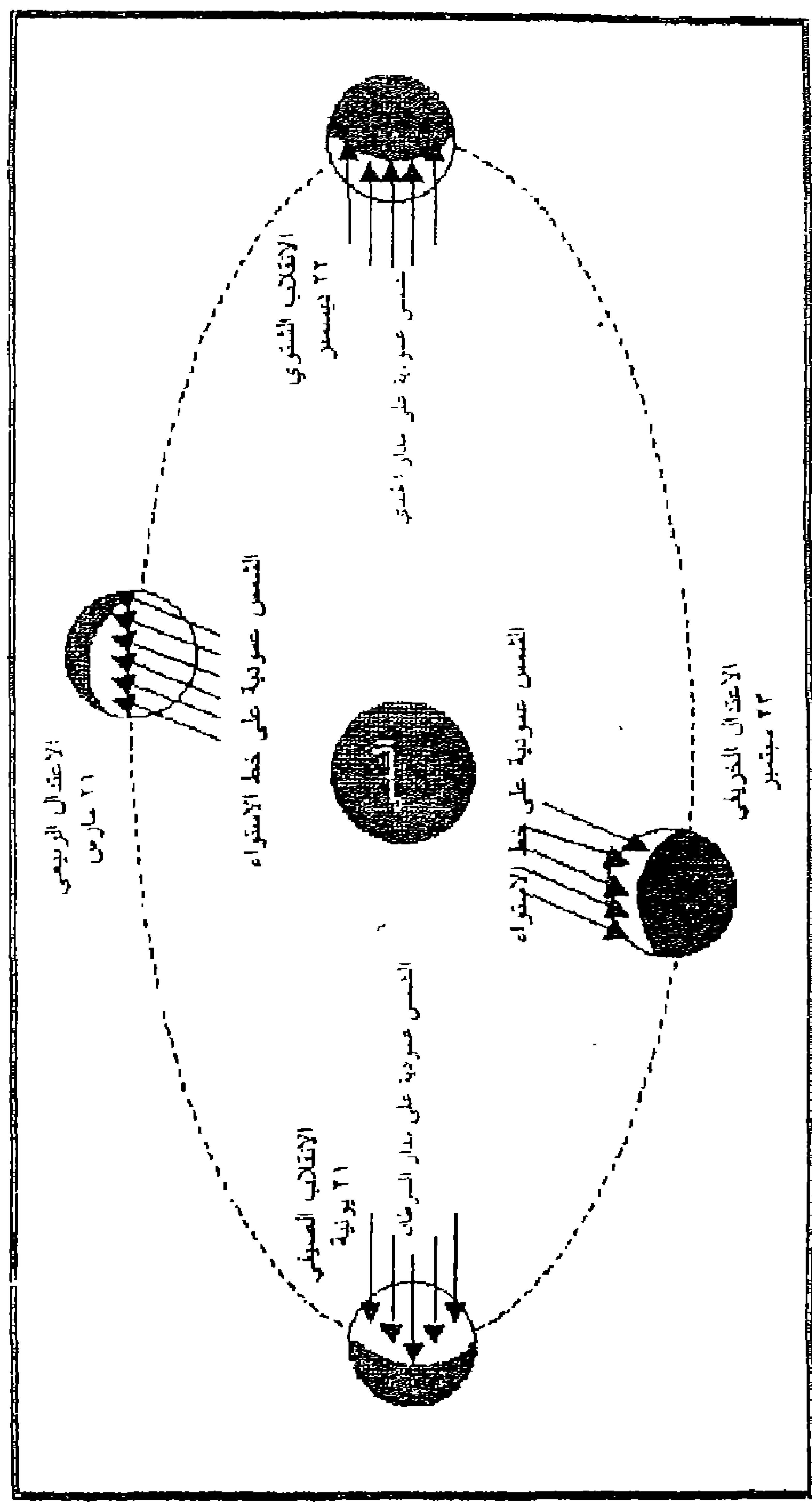
ولاحظ المصريون والسومريون القدماء أيضًا أن النجوم تظهر بعدما تغيب الشمس الكبيرة منها أولاً ، قبيل اشتداد الليل ، وترى كأنها تسير من الشرق إلى الغرب ، كما يسير القمر لـــيلا ، وكمـــا تـــسير الشمس نهارًا ، فما يكون منها فى كبد السماء يغـــرب نحـــو نـــصف الليل ، وما يكون منها عند الأفق الشرقى يغرب نحو الصباح ، ولكـــن ما يكون منها اليوم عند الأفق الشرقى فى ساعة معلومة لا يكون هناك بعد ليلة أو ليلتين فى تلك الساعة عينها أن نراه ، فقد تقدم قليلاً نحـــو الغرب ، وبعد شهر من الزمان نرى أن تقدمه نحو الغرب بلغ ســـدس الفلك ، أى أنه يقطع السماء كلها من الشرق إلى الغـــرب فـــى ســـتة أشهر ، وبعد ستة أشهر ، أى بعد سنة كاملة يظهر فـــى الـــسماء فـــى المكان الذى كان فيه أول تلك السنة . والنجـــوم كلهـــا جاريـــة هـــذا المجرى ، كأنها تدور حول الأرض من الشرق إلى الغرب كل ســـنة . ويستثنى من ذلك خمسة كواكب ترى بالعين يتغير مقرها بين النجـــوم

من شهر إلى آخر هى الزهرة – المشترى – المريخ – زحل – عطارد ، ويقال لها الكواكب السيارة والمتحيرة تدور حول الأرض حسب الظاهر كل يوم من الشرق إلى الغرب ، كما تدور سائر النجوم ، ولكنها لا تدور حولها دورة كاملة كل سنة ، بل لها حركات مختلفة .

وبعض النجوم المنظورة كبير شديد اللمعان كالشعرى والعيوق والدبران ، وبعضها صغير جدًا لا يراه إلا شديد البصر . وما بقى بين بين ، وفى السماء أيضًا شىء كالسحاب يسير سير النجوم من الشرق إلى الغرب ، وهى المجرة أو درب التبانة ، قد ظن البعض أنها مؤلفة من نجوم صغيرة قبل ما ثبت ذلك منذ رؤيتها بالنظارة .

ومجموع النجوم الذى يكون عند الأفق منذ شهر من الزمان ، حيث تغيب الشمس أطلق القدماء عليه اسم " برج " وقالوا إن الشمس تغيب فى هذا البرج أو ذاك ، بحسب غيابها فى شهور السنة ، وكانوا قد قسموا السنة إلى اثنى عشر شهرًا ، فقالوا أن البروج اثنا عشر برجًا ، حسب شهور السنة سموها بأسماء مختلفة : حمل – ثور – جوزاء – السرطان – الأسد – السنبلة – الميزان – العقرب – القوس – الجدى – الدلو – الحوت .

وتوهموا لها صورًا تنطبق على هذه الأسماء ، فصوروا نجوم برج الحمل بصورة حمل وهو صغير الخرفان ، ونجوم برج الثور



مدار الأرض حول الشمس (الفصول الأربعة)



مجرة سكة التبانة

بشكل الثور ، ونجوم برج الجوزاء بشكل ولدين توأمين ، ونجوم برج السرطان بصورة سرطان ... الخ . والظاهر أن الشمس كانت تغيب فى برج الحمل فى بداية فصل الربيع ، حينما قسموا النجوم إلى بروج ، وقد تغير ذلك الآن بعض التغير ، ويلاحظ أن السنة القمرية هى أول ما يهتدى إليه العقل البدائى ، ولكن الإحاطة بتلك السنة لا يكفى لتعريف أمور الرى والزراعة وغيرها وإنما يحتاج الأمر إلى دورة شمسية كاملة تعتمد على أربعة فصول ، وتتألف من إثنى عشر شهرًا لتدبير شئون الإنسان .

والظن أن المصريين القدماء أول من اهتدى إلى تلك الشهور القديمة أو القبطية التى لا يزال يعمل بها فلاحو مصر إلى الآن .

وقد استمر هذا الميراث المصرى القديم حتى نقله عن الإسكندرية يوليوس سيزار فى القرن الأول قبل الميلاد ، ثم جاء البابا جريجورياس فنقل ذلك النظام ، وجعل شهر يناير هو بداية السنة .

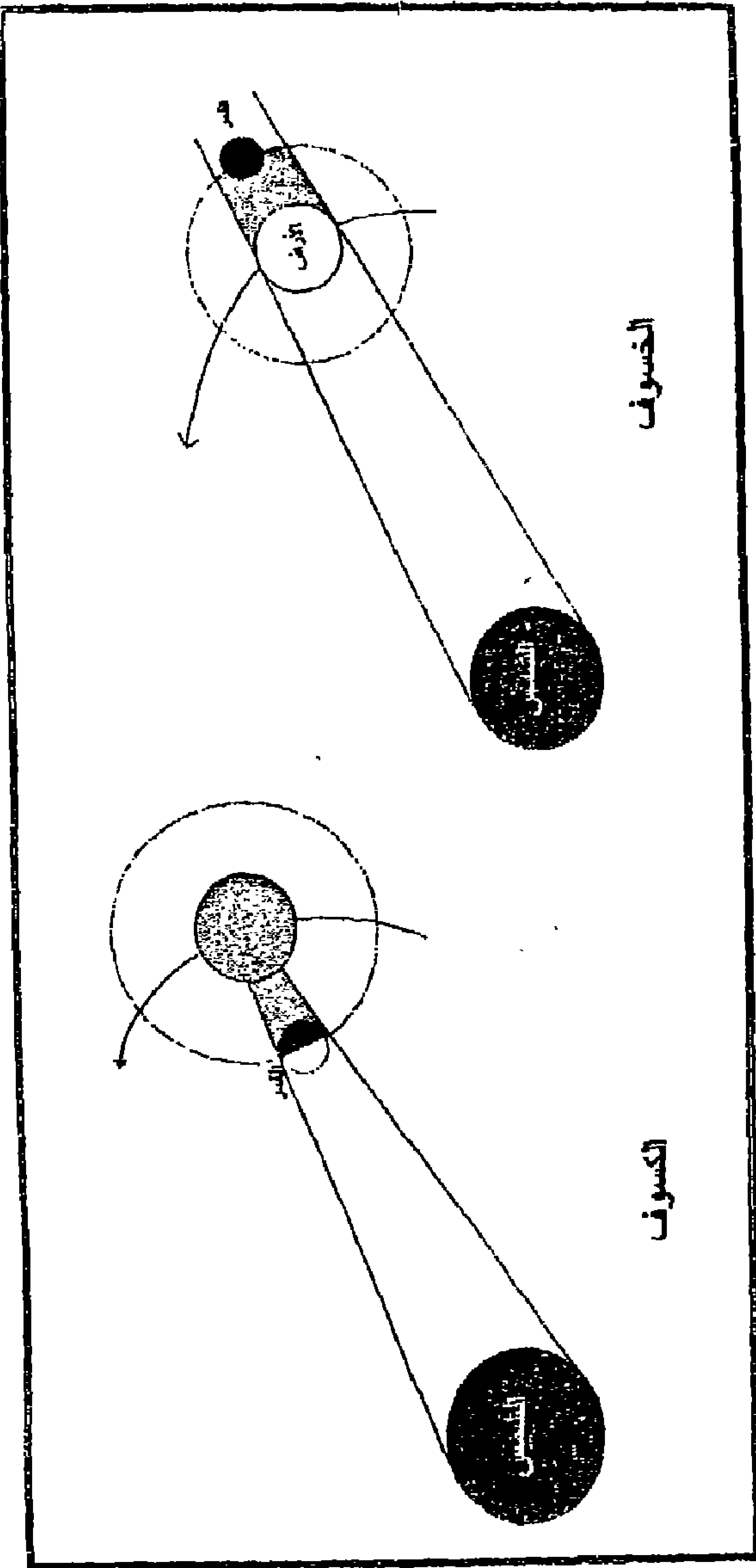
وهناك أمور أخرى لا ترى كل يوم متعلقة بالشمس والقمر والنجوم . فالشمس تكسف فى بعض السنين ، فيظلم وجهها كله أو بعضه . يبتدىء الكسوف من طرفى منها ، وينتهى فى طرف آخر ويدوم ساعة أو أكثر أو أقل . والقمر يخسف أحيانًا كثيرة فيظلم وجهه كله أو بعضه ، وقلما تمضى ليلة ولا ترى فيها نجوم تسقط من السماء وتضىء قليلاً ثم تختفى ، وقد تسقط نجوم كثيرة جدًا فى ليلة واحدة ،

ويظهر في السماء أحيانًا نجم له ذنب طويل يقيم أيامًا أو شهورًا يظهر كل ليلة بين النجوم ، ويغيب معها ولكن محله بينها ينتقل من مكان إلى آخر إلى أن يختفي تمامًا ، وقد رأى الناس ذلك كله من قدم الزمـــان ، ولا يزال عامتهم وخاصتهم يرونه الآن كما رآه أسلافهم ، وجمهورهم لا يهتم بما يرى ولا ينتبه لما فيه من الغرابة أو الدلالة ، ولكن بعــض الخاصة انتبه إلى ما رأى فقاس السنة من حركة الشمس ، كمــا تقــدم فرأى أنها ٣٦٥ يومًا ونحو ربع يوم ، وقاس الشهر القمرى من ســير القمر ورأى أن القمر لا يخسف إلا إذا كان بدرًا ، والشمس لا تكسف إلا في آخر الشهر القمرى ، وأن كل كسوف وكل خسوف يتكرر بعــد ١٨ سنة وعشرة أيام ونحو ثلثى يوم .

وأن فصول السنة تابعة للجهة التى تشرق منها الشمس ، وكذا طول النهار ، وطول الليل وقصرهما .

وفى بعض أوراق البردى المحفوظة فى المتحف البريطــانى ، قصة بداية الكون كما تخيلها قدماء المصريين ، قبــل القــرن الرابــع قبل الميلاد .

فإن الإله " خيبيرا " قد خلق الكون ونفخ فيه من فمــه الحيــاة والإله " خيبيرا " هو أحد أشكال الإله المصرى القديم " رع " وكثيرا ما رمــز له بحشرة الجعران المصرية القديمة . وقد اختلطــت صــفات الإله " خيبيرا " أحيانا بصفات الإله " أوزوريس "



كسوف الشمس وخسوف القمر

ويلاحظ أن الجعران كان يضع بيضه الصغير فوق الرمال ثم يدحرجه أمامه حتى يجد له مكانًا أمينًا يحفظه فيه ، وقد قرن المصريون القدماء بين هذا العمل وبين " دحرجة قرص الشمس " فى قبة السماء كل يـوم من المشرق إلى المغرب . ومن الأساطير المصرية والخرافات يقـول " خيبيرا " إن السموات لم تكن موجودة وكل الكائنات الأرضـية التـى تتحرك فوقها الآن ، لم تكن موجودة ، وإنما أخرجتها أنـا كلهـا مـن " نوت " ونفخت فيها الحياة ، ولما لم يكن لى مكان أقف عليـه ، فقـد أخرجت طلسما من قلبى وأرسيت عليه أساس المكان ، وخلقـت كـل شىء وحدى ، ولم يخرج الرب " شو " عنى ، وكذلك لم ألفظ من فمى الربه " تفنوت " ولم يشترك معى فى كل ما فعلت كائن آخر .

وعند عالم المصريات الانجليزى " سبنس " إن " نو " هو رمز الحياة ، وأنه فى جميع الأساطير القديمة اتصل رمـز الحيـاة علـى الدوران بالشمس أو بالنار ، وأن انعكاس قرص الشمس علـى المـاء كان يعطى شكل العين ، ومن هنا قول " خيبيرا " إن قـرص الـشمس كان محجوبًا خلف " شو" و" تفنوت " وهما النهار والرطوبـة اللتـان ولدهما " نو " وأن " شو " و " تفنوت " هما اللذان رفعا عين والـدهما " الشمس " نحو السماء .

وقد تكونت النساء والرجال من دموع " خيبيرا " عندما بكى ، وتكون القمر من عينه الثانيـة ، ثـم ظهـرت النباتـات والأعـشاب

والزواحف والحيوانات ، ثم خلق " شو " " وتفنوت " فيما بينهمـا أهـم آلهة مصر القديمة .

ويلاحظ أن المصريين القدماء ، كانوا على دراية واسعة بعلـم الفلك الذى جاء اسمه من قوانين النجوم ، ويقال إن كهنتهم قد عرفـوا خسوف القمر وكسوف الشمس ، واستغلوا حدوثهما فى الدعوة لديانتهم .

أكد أرسطو أن الأرض قرص ثابت ، لا يدور ولا يتحـرك ، وإنها هى مركز الكون الذى تتحرك مـن حولـه الأجـرام الـسماوية المختلفة ، وأن فوق الأرض سبع سماوات كرستالية شفافة أقربها هـى المحيط بالقمر ، ثم تجيء السماوات المحيطـة بكوكـب الزهـرة ثـم المشترى ، ثم المريخ ثم عطارد ثم زحل ، يلاحظ أن هـذه الأجـرام السبعة التى كانت معروفة فى ذلك الوقت . ولكننا نعلم الآن أن عـدد كواكب مجموعتنا الشمسية يزيد على ذلك ، وأن القمر ليس من تلـك الكواكب ، وإنما هو قمر تابع للأرض .

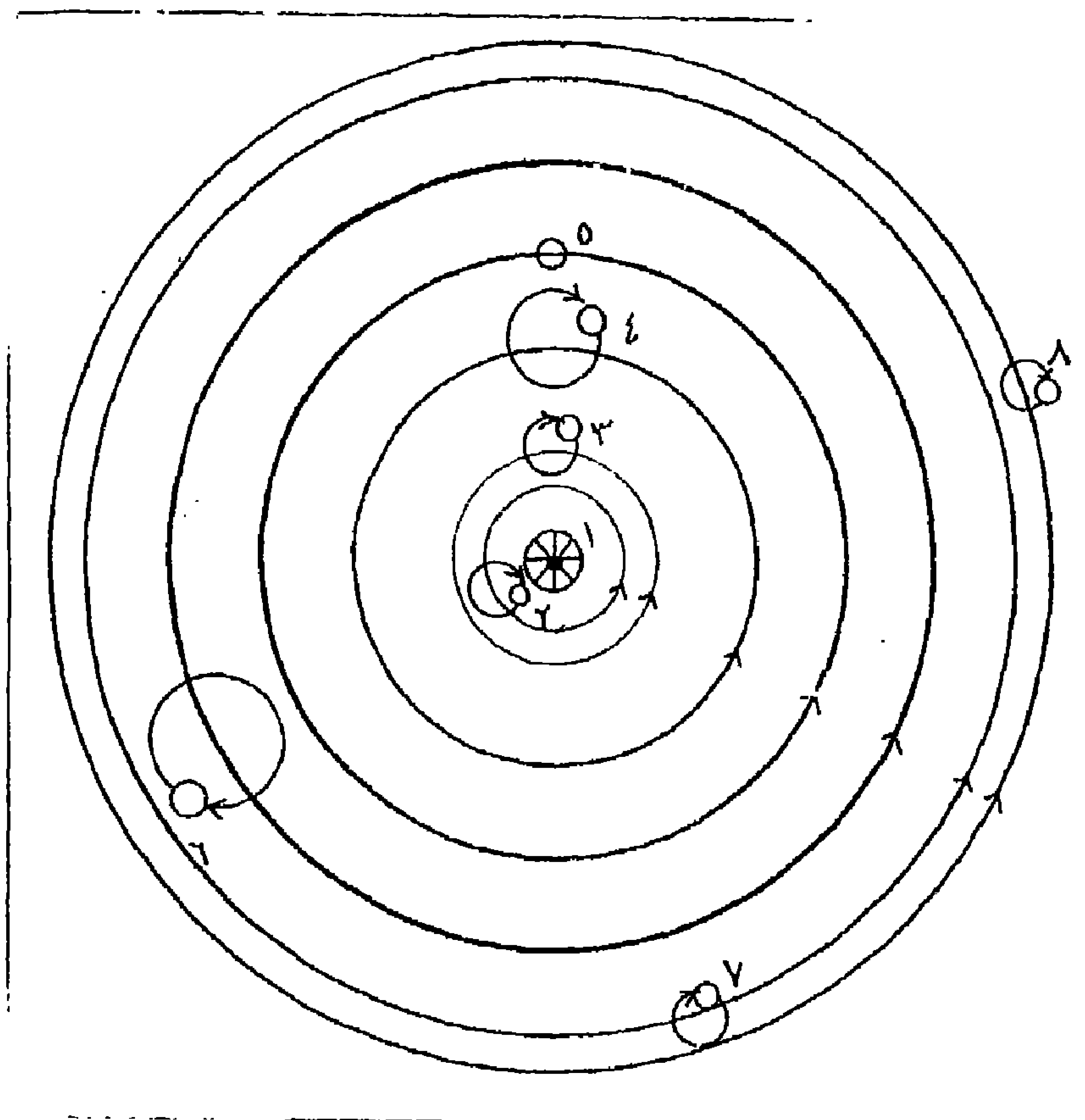
وأول حقيقة اكتشفها القدماء وتحققـوا منهـا أن الأرض كـرة قائمة فى الفضاء على لا شيء ، وبذلك فسروا كيفية دوران الـشمس والقمر والنجوم حولها أى فوقها فى النهار وتحتهـا فـى الليـل ، وأن القمر أقرب الأجرام السماوية إليها ، ففلكه أو مداره أقرب كل الأفلاك إلى الأرض وفوقه فلك عطارد ، ثم فلك الزهرة ، ثم فلك الشمس ، ثم فلك المريخ ثم فلك المشترى ، ثم فلك زحل ، ثم فلك النجوم .

وينسب هذا الرأى إلى بطليموس العالم الذى نشأ فى الإسكندرية ما بين ١٠٠ ، ١٧٠ للميلاد . وهو الرأى الذى جرى عليه العرب لما تعلموا الفلك من كتب اليونان ، لكنهم لم يخالفوا رأيه من حيث دوران الشكل وسائر السيارات حول الأرض . حتى ظهر كتاب الزيج الصابىء الذى وضعه أبو عبد الله محمد بن سنان بن جابر الحرانى المعروف بالبتانى المتوفى سنة ٩٢٩ للميلاد ، أى منذ حوالى نحو ١٠٨٠ سنة ، وعجبى مما كان القدماء يبذلون من الجهد والعناء فى تعليل حركات الشمس والقمر والكواكب والنجوم والفلك كل بحسب هذا الرأى مع قلة وسائلهم .

قام القدماء بتعيين أقطار أجرام سماوية كثيرة وتحديد أبعادها عن سطح الأرض ، وكذلك نسبة حجم كوكب من كواكب المجموعة الشمسية ، وحجم الشمس أو الأرض قبل بطليموس وبعده إلى أن صنع التلسكوب وآلات الرصد الجديدة .

ورب قائل يقول : كيف قاس القدماء قطر الأرض ، وكذلك أقطار كواكب المجموعة الشمسية وأبعادها ، ولم يكن لديهم شيء من آلات الرصد المستعملة الآن ؟

والجواب أن علماء الفلك المشار إليهم كانوا يعرفون من علم الهندسة وحساب المثلثات ما مكنهم من ذلك .



فى نظام بطليموس الأرض (١) ساكنة فى وسط الكون ويدور حولها القمر (٢) وعطارد (٣) والزهرة (٤) والشمس (٥) والمريخ (٦) والمشترى (٧) وزحل (٨) كل جرم من هذه الأجرام يتحرك فى فلك تدوير صغير

إن معرفة قياس قطر الأرض قد يظن لأول وهلة أنه ضـــرب من المحال ، ولكن إذا قسنا محيط الأرض ، أى الخــط الـــذى يـــدور حولها ويقسمها قسمين متساويين : (تسمى بالدائرة العظمى) يكون قد عرفنا طول قطر الأرض من غير أن نقيسه لأن المحيط = ٢ ط نق = ٧/٤٤ نق أو المحيط = ٧/٢٢ (القطر) إذن القطر = ٢٢/٧ المحيط ومن ذلك يتضح أن القطر نحو ثلث المحيط أو أقل من الثلث بقليـــل ، وقياس المحيط كله ليس فى الإمكان ولا يحتمل أن يتوخاه أحد ولكـــن إذا تعذر علينا قياس خط طويل بمثل هذا يمر حول البحـــار والجبـــال والوهاد لم يعذر علينا أن نقسمه إلـــى مائـــة أو ألـــف مـــن الأقـــسام المتساوية ، فإذا قسنا قسمًا واحدًا منها عرفنا قياسها كلها .

والدائرة تقسم اصطلاحًا إلى ٣٦٠ قسما تسمى درجات ، فـــإذا قسنا طول درجة واحدة من محيط الأرض عرفنا طول محيطها كلـــه ، وهذا ما فعله علماء الفلـــك فـــى اليونـــان قبـــل بطليمـــوس ، ومـــن العرب بعده .

أما اليونانين فيقال إن عالما منهم اسمه " اراتوسينس " ولد فـــى القيروان (٢٧٦ ق . م) ودرس فى الإسكندرية وأثينا ثم دعـــى إلـــى الإسكندرية سنة (٢٣٤ ق . م) فأقام فيهـــا إلـــى أن أدركتـــه الوفـــاة (١٩٤ ق . م) هذا الرجل ألف كتابا فى معرفة جرم الأرض ، وقال إن الشمس تكون عمودية فوق الأرض فى مدينة أسوان وقت الانقلاب

الصيفى ، فإذا نصب عمود فى الأرض هناك لم يظهر له ظل مماثلاً شمالاً ، وإذا نصب عمود آخر مثله فى الإسكندرية ظهر له ظل شمالى فى تلك الدقيقة عينها ، وإذا رسم خط أعلى من هذا المحور إلى طرف ظله وجدت الزاوية التى تكون بينه وبين الظل سبع درجات وخُمس درجة ، فهى درجات المسافة بين الإسكندرية وأسوان . والمسافة من الإسكندرية إلى أسوان ، يسهل قياسها والظاهر كانت معروفة حينئذ ، فإذا قسمتها على سبع درجات وخُمس درجة عرفت حصة الدرجة من الأرض ، فتضرب بثلاثمائة وستين درجة فيعرف محيط الأرض ، وبالتالى يمكن معرفة نصف قطرها .

ولقد قام القدماء بقياس حصة درجة واحدة من محيط الأرض ونخص بالذكر ما قام به بطليموس صاحب المجسطى وغيره فوجدوا حصة الدرجة الواحدة من الدائرة العظمى على الأرض ٦٦,٣ ميل ، ثم قام بتحقيقه طائفة من الحكماء المحدثين فى عهد المأمون ، وحضروا بأمره فى بريه سنجار ، وافترقوا فرقتين بعد أن أخذوا ارتفاع القطب محررًا فى المكان الذى افترقوا منه أخذت إحدى الفرقتين فى المسير نحو القطب الشمالى ، والأخرى نحو القطب الجنوبى ، وساروا على أشد ما أمكنهم من الاستقامة حتى ارتفع القطب للسائرين فى الشمال وانحط للسائرين فى الجنوب درجة واحدة ، ثم اجتمعوا عند المفترق ، وتقابلوا على ما وجدوه ، فكان مع أحداهما

٥٦,٣ ميل ، والأخرى ٥٦ ميلاً بغير كسر ، فأخذ بالأقل – ٥٦ مـيلاً – وقد أثبت ابن يونس وهو من فحول علماء الفلك الذين نبغوا فى عصر الخلفاء العباسيين ، وكانت وفاته سنة ١٠٠٨م وآخـرون مـن أمثـال الواحدة من الدائرة العظمى (محيط الأرض) تـساوى ٥٦,٢٥ ميـل لاحظ أن الميل أربعة آلاف ذراع هاشمية والذراع الهاشمية وضـعها المأمون وهى ٠,٥٤١ من المتر فالميل العربى يعادل ٢١٦٤ متـرًا ، وتكون النتيجة التى توصل إليها علماء العرب ١٢١٧٢٥ مترًا .

أما أبعاد الشمس والكواكب عن الأرض فأول من حاول معرفتهـا بطريقة علمية " ارسترخس " اليونانى الذى نشأ سنة (٢٨١ ق . م)

ويقال إن هيرخس الفلكى المشهور قد وجد أن جـرم الـشمس يعادل ١٠٥٠ جرمًا مثل جرم الأرض ، أى قطرها مثل قطـر الأرض ١٠,١٧ مرة وأن نسبة قطر القمر إلى قطر الأرض كنـسبة ٥ : ١٧ وأن بعد القمر عن الأرض يساوى ٦٠,٨٥ مرة قطر الأرض ، وبعـد الشمس عن الأرض يساوى ٢١٠٣ مرات قطر الأرض .

فما وجده القدماء من جهة قطر القمر وبعده قريب من الحقيقة ، وأما ما وجدوه عن أقطار الشمس والسيارات وأبعادهـا فأقـل مـن الحقيقة كثيرًا كما تقدم . ولم يكن فى الإمكان معرفة الأقطار الحقيقيـة والأبعاد الحقيقية إلا بعد اكتشاف التليسكوب .

وقد حاول القدماء معرفة أقدار النجوم الثوابت وأبعادها أيضًا ،

فقال البتانى فى زيجة الصابىء إن النجوم التى من القـدر الأول يبلـغ بعدها عن الشمس ٧٦ مليون ميل ، وقطر كل منها نحو ٤٠ ألف ميل .

ولكن الذى يقضي بالعجب هو الاستمرار على القـول ، بـأن الأرض واقفة فى مركز الكون والشمس والنجوم كلها تدور حولها مع ما عرفوه من أقدارها وأبعادها ولذلك تقوض مـذهبهم حينمـا ظهـر المذهب الجديد ، كما سيجىء فيما بعد .

ففى روسيا كان الظن أن قرص الأرض المستدير يحمله الإله أطلس ، ومن فوقه الأرض والسماء ، كما فى اليونان وإنمـا تتقاسـم حمله ٣ حيتان كبيرة ، وفى الهند ظن الهنود أن سطح الأرض لـيس مقوسًا ، وإنما محدب ، وأنه يكون نصف كرة وأن ٤ أفيال تقف فـوق سلحفاة ضخمة هى التى تحملها فوق ظهورها .

وكان الإغريق يقولون إن أمنا الأرض " جايا " وأبينا الـسماء " يورانوس " هما اللذان خلقا الكائنات الأخرى . ويقولون أن " جايـا " ويورانوس " قـد خلقـا مـن الحـب والنهـار ، والحـب والنهـار الخراب والظلام .

وقال " مانى بى فائل " إن أصل العالم " الكون " قد قام علـى شـيئين هما : النور والظلام ، وكانت الكائنات الأولى ضخمة وقبيحـة ، كمـا كانت قوية جدا تتقاذف بالجبال ، وترسل الـصواعق علـى بعـضها البعض ، وكان لثلاثة منهم " المرد القبيحة " ١٠٠ يد ، و ٥٠ رأسـا ،

وكان لثلاثة أخرى عين واحدة تتوسط جباهها ، لم تكن تلك الكائنات تكف عن الحرب والقتال ، فيما بينها حتى كرهها والدها إله السماء " يورانيوس " وسجن أكثرها فى أنحاء متفرقة من الأرض والسماء ، ولكن الأم "جايا " وكانت حانية ككل الأمهات ، لم ترتح لمعاملة زوجها القاسية لأبنائها ، فحرضت هذه الكائنات على أبيها وكاد الابن " كرونوس " أن يقضى على أبيه " يورانيوس " ومنذ تناسل هذه الكائنات الأولى ظهرت العمالقة ثم الساحرات ، ولكن الأخيرات أختفين بعد ذلك من الأرض ولم يبق منهن إلا " إيزيس " التى كانت الحيات تنمو من شعر رأسها : وتتقاطر الدم من عيونها .

وعندما ولد للابن العاق " كرونوس " ابن ، كاد أن يقضى الابن الجديد على " كرونوس " وكان هذا الابن هو " نزيوس " إله البرق وكبير آلهة الإغريق بعد ذلك .

وكان " كرونوس " قد عرف أن أحد أبنائه سوف يزيحه عن عرشه فأخذ يبتلع كل ما تلده له زوجته " رى " وقد سلمت " رى " لزوجها " كرونوس خمسة من أبنائها ، فأبتلعهم " كرونوس " واحدا بعد آخر ، ولكنها عندما ولدت " نزيوس " أرسلته إلى جزيرة " كريت " كى ينشأ فيها بعيدا عن أبيه ، وألقت " رى " لزوجها " كرونوس " بقطعة حجر فى ثوب من القماش فابتلعها كرونوس ظنا منه أنه أبنه الجديد " نزيوس "

وما أن شب عود نزيوس فى جزيرة كريت حتى عـــاد لوالـــده فأجبره على أن يقيىء أخوته الخمسة ثم شبت بين هؤلاء الأخوة وبقية آلهة الإغريق وأبائها من المردة حرب مدمرة ارتجـت لهـا جنبـات الأرض ، وسيطرت فيها الأبناء على جبل أولمب . ثم أمر" نزيــوس " بتقييد أجداده المغلوبين على أمرهم بالحديد ، وبأن يدفنوا فـى الأرض حتى أوساطهم وحمل " أطلـس " الأرض والـسموات . وكلمـا نـاء بحمله ، أهتز فارتجت الأرض . وقامت فيها الزلازل والبـراكين ثـم أخذت الآله الجديدة تخليق الإنسان .

وجدير بالذكر أن هذا الخيال الإغريقى الجميل قد أنتقـل إلـى آداب العالم ، وفى القزوينى وتفسير الطبرى وغيرهما أن الجـن قـد سكنوا الأرض قبل خلق البشر وأنهم ألقوا فيها أربعين فرقة كل فرقـة منها ٦٠٠ ألف ، وأن الجن قد أفسدت بعد ذلك فـى الأرض فثـاروا على الآلهة ولاحظتهم الملائكة وحاربتهم ثم طـاردتهم إلـى الجـزر النائية ، وأنه بعد ذلك خلق أدم وسكن الأرض وتكاثر عليها نسله .

كان الكون محدودا جدًا عند القدماء ، ولم يكن عمره يزيد على بضعة آلاف قليلة من السنين . ولكن اتساعه أخذ يزداد حتى أصـبحنا نتحدث الآن عن أكثر من كون واحد وأخذ عمره يوغل فى القدم حتى أصبحنا نتكلم ببلايين من ملايين السنين ، ونقول إنه قد بدأ بالانفجـار الكبير قبل حوالى ١٥ بليون سنة .

ويلاحظ أن الشعوب القديمة كانت تستدل على عمـــر الأرض من الأحداث المعروفة التى مرت بهـــا كمثـــل خـــروج اليهـــود مـــن مصر ، أو بناء معبد الملك سليمان ، أو ولاية أهم الملـــوك أو وقـــوع أهم الغزوات ، ولكن عمر الأرض لم يرجع قط عند العلماء اليهود إلى أبعد من عام ٣٧٦٠ ق . م وفى عام ١٦٣٠م ذهـــب الأســـقف أشـــر الإيرلندى أبعد قليلا قدر أن الأرض قد خلقت فـــى الـــساعة التاســـعة صباح يوم ٢٣ أكتوبر عام ٤٠٥٤ ق . م

الباب الثالث

لمحـــة تاريخيـــة

فى حضارة البابليين التى ظهرت على أرض ما بين النهـــرين بدأ التنجيم الذى يعتمد على معرفة دقيقـــة لحركـــة الـــشمس والقمـــر والكواكب التى كانت معروفه ويراها الإنسان بالعين المجردة – وكـــذا مدة دورانها ، وهذا كان كافيا لهم فى ذلك الوقت لربطهـــا بالأحـــداث والوقائع التى تقع فى الحياة اليومية للإنسان ، ثم استنتاج مـــا ســـوف يكون من أفراح وأحزان وحوادث بتلازم وقوع بعض الكواكـــب مـــع القمر والشمس فى البرج الذى ولد فيه الإنسان ، وهـــذا هـــو مفهـــوم التنجيم ، وليس علم الفلك الذى يقوم بدراسة ورصد الكواكب والشمس والنجوم وخلافها على أســـس النظريـــات الطبيعيـــة مـــع البـــراهين والمشاهدات التى تثبت على ذلك .

أما الكون فى حضارة البابليين ، فقد كانت معرفتهم وأفكـــارهم هى ما كانت شائعة ومعروفة فى المنطقة المجاورة لهم وخاصة منطقة الخليج الفارسى ، فى تلك الأيام كان هذا الاعتقاد السائد هو أن المـــاء هو أصل كل شئ ، وأن العالم المسكون قفذ من الأعمـــاق ، ومـــازال محاطًا بمجرى المحيط " خويور " الذى يسكن وراءه إله الشمس الـــذى يرعى قطيعه . أما بالنسبة للأرض ، فهى جبل ضـــخم مجـــوف مـــن

أسفله ، وهى مقسمة إلى سبع طبقات متداخلة فى بعضها البعض . ثم استبدلت هذه المعلومة وأصبح عدد طبقات الأرض أربعا : فى الشرق يوجد الجبل المضيء أو جبل شروق الشمس ، وفى الغرب جبل الظلام أو جبل غروب الشمس . أما الجزء الشمالي فهو غير معروف وغامض ملىء بالأسرار ، وبين السماء والأرض توجد مياه محيط الشرق ومحيط الغرب ، وكلاهما يشبه محيط الجنوب .

أما فى داخل القشرة الأرضية وفوق التجويف الداخلى توجد هاوية الموت وبابها فى جهة الغرب . وكان من المعروف فى هذه الحضارة أن السماء الشاسعة لا تتحرك ؛ ولكن الشمس والقمر والنجوم ، ما هى إلا كائنات سامية أو آلهة تتحرك فى مسارات مضيئة .

أما ما وصل إليه قدماء المصريون من معرفة الشمس والقمر والنجوم والكواكب والكون ككل ، فتلك هى آثارهم من أهرام ومعابد ومقابر ، وما على جدرانها من نقوش ورسوم وكتابة تدل على حضارة متقدمة ومعرفة واسعة فى أغلب العلوم وخاصة الفلك وما يحوى من نظريات تدور حول الكون .

وفى أول الحضارة المصرية كانت الأفكار البدائية والأساطير هى السائدة فقد تخيلوا بأن الكون يشبه صندوقا كبيرا مستطيل الشكل ،

ضلعه الأكبر فى اتجاه الشمال والجنوب ، وهو فى نفس الوقت إتجــاه امتداد البلاد المصرية ، وأن الأرض هى قاعدة هذا الصندوق ، وهــى طويلة ضيقة ومقعرة قليلا ومركزها هو مصر ، وتمتد السماء فوقهــا كسقف من الحديد على شكل قبة توجد فى الناحية الشرقية منهــا مــصابيح متلألئة أو محمولة بواسطة الآلهة ، وهذه المصابيح تكــون مختفيــة فــى النهار وترى فقط أثناء الليل .

وفى أول الأمر كان الاعتقاد بأن السماء محمولة على أربعــة أعمدة ، ثم بعد ذلك أصبح هذا الاعتقاد بأن السماء ترتكز على أربــع قمم جبال فى الجهات الأصلية الأربع ، ومتــصلة ببعــضها بواســطة سلسلة من الجبال ، وتحت هذه القمم الأربع العالية يجرى نهر عظــيم حول الأرض ، ويختفى عن الأنظار فى جهة الشمال . وأن نهر النيــل ما هو إلا فرع من هذا النهر العظيم ، يخرج منه عند انحنائــه نحــو الجنوب . وفوق هذا النهر العظيم يسير مركب يحمل قرص الــشمس النارى – وهو الإله الحى الذى يسمى " رع " يولد كل صباح ثم يكبــر ويقوى فى منتصف النهار ، ثم ينتقل إلى مركب آخر يحمله إلى مدخل الهاوية ، ومن هناك تأخذه مراكب أخرى إلى الباب الشرقى أثناء الليل ليولد مرة أخرى .

لقد عرف قدماء المصريون خمــسة كواكــب فقــط وهــى : عطارد – الزهرة – المريخ – المشترى– وزحل (وهو كوكب القاهر

كما كان معروف لديهم) وكل من هذه الكواكب هـو إلـه ، وكـذلك الأرض والسماء ونجومها ومن تزاوج إله السماء وآلهة الأرض ، كان من أولادهما أوزيريس وست وأيزيس ونفتيس وحورس .

كانت الشمس تمثل الإله أوزيـريس " رع " وكانـت تعتبـر مصدر كل القوى ، وهى أساس وجود الإنـسان ، وجميـع الكائنـات الأخرى ، ولهذا فقد نقشوا الشمس على جدران المعابـد علـى شـكل بيضة ، ومنها تخرج جميع الكائنات الحية .

أما القمر فكان هو الإلهة " ايزيس " وكان يعتبر لـدى قـدماء المصريين الأنثى فى مبدأ الوجود ، أما الإله " حورس " فكـان يمثـل الكون كله . وله خمس صور لها رءوس الصقور ترمز إلى الخمـسة كواكب المعروفة فى ذلك الوقت .

الإله " ست " كان هو صانع العواصـف والـزلازل والرعـد وكسوف الشمس وخسوف القمر . أما الإلهة " نفتيس " وهـى زوجـة الإله " ست " فقد أعتبرها قدماء المصريون بأنها إلهة حدود الأرض .

ومن الآلهة المصرية الأخرى هو الإله " توت " وهو مختـرع علم الفلك ، وكان يرمز له برأس الطائر المقدس " أبيس " وقد سـموا أول شهر من شهور السنة المصرية – وهى نفس السنة القبطيـة بعـد ذلك – باسمه .

أما السماء والليالى الصافية ، فقد كان لها آلهة أخرى وقد اعتقد المصريون القدماء بأن الشمس والقمر أزليان ، أو سرمديان ، ولهذا فهما يرمزان للأبدية ، أما الأزلية فقد صورت ونقشت على شكل ثعبان أو تنين ماسكا بذيله ، مكونا شكلاً دائريًا له بداية ولا نهاية .

ومنذ أقل من جيل واحد كان من المعتقد أن نظامنا الشمسى قد تكون عندما مر نجم آخر بالقرب من الشمس ، وسحب فتيلاً طويلاً من مادتها وتكتلت هذه المادة إلى السيارات ، كما يتجمع تيار الماء المندفع من خرطوم الحديقة إلى قطرات .

ولما كانت النجوم تقع على أبعاد شاسعة بعضها من بعض ، فإن احتمال إصطدام بعضها ببعض أو مرور بعضها بالقرب من بعض إلى حد التماس ضئيل للغاية . وقد حسب الفلكيون أن نجمًا واحدًا من مليون نجم يمكن أن يمتلك رتلا من السيارات بهذه الوسيلة . ولذلك فقد أعلنوا أن المجموعة الشمسية فريدة أو تكاد تكون فريدة ، وأن الحياة العاقلة نشأت على أحد سياراتها يرجح أنها الوحيدة فى الكون .

أدرك الإغريق بعد البابليين وغيرهم من القدماء أن الكواكب الساطعة الخمسة (عطارد – الزهرة – المريخ – المشترى – زحل) هى أجسام متحركة بالنسبة للنجوم الثابتة ، وأنها بالتالى تختلف عنها جذريا ، وكانت السيارات تعتبر أكثر قربا من النجوم إلى الأرض . وأنها كالشمس والقمر تدور حولها فى نطاق من الفضاء .

ثم جاء بطليموس (٩٠-١٦٨م) وحسن النظام القديم مفترضًا فى نظامه الجديد أن جميع المدارات السماوية دائرية على أكمل وجه . رأى بعـض فلاسـفة الإغريـق القـدامى ولاسـيما " أرطـرفس " (٣١٠ - ٢٣٠ ق . م) أن الأرض هى التى تدور حـول الـشمس . لكن نظرية مركزية الشمس هذه بقيت مرفوضة إجمالاً إلى أن برز فى القرن السادس عشر " كوبر نيكـوس " (٤٧٣ ١- ١٥٤٣م) فخطـا خطواته الجبارة بنقـل الأرض مـن موقعهـا المركـزى ، ووضـع الشمس مكانها .

كان من المحتوم أن يلاقى نظام " كوبر نيكوس " فـى البـدء مقاومـة عنيفـة ثـم جـاء الفلكـى الـدانمركى " تيكـوبرا هـى " (١٥٤٦ - ١٦٠١م) وهو أكثر المراقبين الفلكيين دقة فى عهـد مـا قبل التلسكوب . فقال إن السيارات تدور حول الشمس . لكن الـشمس والقمر يدوران حول الأرض ، عندما تـوفى " تيكـوبراهى " انتقلـت مراقبته لأوضاع النجوم وحركات السيارة إلى حوزة أحد مـساعديه . برونو (١٥٤٨- ١٦٠٠م) والذى قال إن الشمس تدور حول نفسها . وقد تأكدت صحة هذه الفكرة بعد عشرات السنين من وفاتـه . وقـال أيضا إن السيارات التى تدور حول الشمس عديدة ، وأنه يمكن اكتشاف سيارات جديدة مجهولة حتى ذلك التاريخ . وقـد تحققـت آراء هـذا الرجل العبقرى بعد قرنين من وفاته ، عندما اكتشف أول سيار جديـد

هو " أورانوس " ثم نبتون وبلوتو وعدة مئات من السيارات الجديدة الصغيرة التى تسمى " كويكبات "

يؤكد " برورنو " أن كل نجم شمس كبيرة كشمسنا ، وأن لها كلها سيارات تدور حولها ، ولكننا لا نراها لبعدها الشاسع عنا . ويشكل كل نجم مع سيارته عالما يشبه عالمنا . وعدد هذه العوالم التى تجول فى الفضاء لا نهائى .

كان " برونو " يقول : إن لكل عوالم الكون بدءًا ونهاية ، وأيضا تتجول باستمرار . كان برونو رجلاً عظيم الذكاء ، فقد أدرك بقوة المنطق ما لم يثبته الفلكيون إلا بعد زمن طويل حين تسلحوا بالنظارات والمراصد ، ومن الصعب تقدير مدى التقدم الذى سببه " برونو " لعلم الفلك . وأن مثله فى ذلك كمثل من يخرج من غرفة مظلمة ليكتشف الكون الواسع العجيب .

فى العصر الذى عاش فيه المفكر الجرىء " برونو " أثيرت قضية وجود الحياة على الكواكب السيارة . ولقد أحرقته محكمة التفتيش لأنه قال : " نعم الحياة موجودة على السيارات العديدة ومظاهر الحياة لا حصر لعددها ، ومن المضحك أن نظن أن الأرض ، هذه الحبة من الرمل فى الكون الواسع ، هى وحدها التى تضم مخلوقات عاقلة ... "

جاء العالم " يوهانزكبلر" (١٥٧١ - ١٦٣٠ م) بعد سنوات من العمل بالفكرة القائلة بأن الكواكب السيارة تدور حول الشمس فـــى دوائر بل فى أقطاع ناقصة ، ثم نشر بـــين عـــامى ١٦٠٩ ، ١٦١٨م قوانينه الأساسية الثلاثة باستعمال قوانين كبلر هذه ، أصبح بالإمكـــان رسم خريطة مدرجة للنظام الشمسى .

ولقد اعترف الفلكى " كبلر " المعاصر " لبرونو " بـــأن قـــراءة كتب الإيطالى الشهير" برونو " جعلته يحس وكأنه فى دوار ، ويتسرب إليه فزع خفى من التفكير فى أنه يتحرك فى عالم قـــد لا يكـــون لـــه مركز ، ولا بدء ولا نهاية .

عندما توفى " برونو " كان جاليليو فـــى الـــسادسة والثلاثـــين من عمره . وكان جاليليو فلكيا كبيرًا من أنصار مذهب كوبرنيق ، لكن مصير " برونو " أفزعه حيث كان قد ألقى القـــبض علـــى " برونـــو " وحاكمته الكنيسة ، وحكمت عليه بالإعدام حرقا ، ونفذ الحكم فيه عـــام ١٦٠٠م . فانتظر جاليليو طويلا قبل أن يعلن أنه من أنصار منظومـــة الكون التى قال بها " كوبرنيق "

كان جاليليو (١٥٦٤ – ١٦٤٢م) أول من سدد النظارة نحو السماء ، ومنذ محاولته الأولى ثبت لديه صحة مذهب " كوبرنيق " فقد أظهرت له النظارة أن على القمر جبالا ووديانا ، وأنـــه عـــالم يـــشبه الأرض كثيرا .

ورأى أن منظر الزهـرة يـشبه الهـلال المنيـر كـالقمر ، لا كنقطة لامعة .

وفى ٧ يناير ١٦١٠ اكتشف جاليليو للمرة الأولى أن المشترى كقرص كبير حوله ثلاثة أقمار ، ثم بعد ذلك بقليل اكتشف القمر الرابع .

اكتشف جاليليو على سطح القمر مساحات واسعة مظلمة ظنها جاليليو خطأً بحارًا ومحيطات قمرية ، كما أنه توصـل إلـى تمييـز سلاسل جبال واسعة ، واستطاع تعيين إرتفاعها بالحساب عن طريـق امتداد ظلها على أرض القمر . وعموما ففى عام ١٦١٠ نشر جـاليليو كتابه تحت العنوان الجميل " الرسول النجمي " وقد صرح فيه ، ولكـن باحتراس شديد أنه من أنصار تعاليم " كوبر نيق " ومـع أن سـلطات الكنيسة اضطهدته ، فقد واصل عمله بكل دقـة واتقـان بعيـدا عـن عيون الكنيسة .

منذ الأزمنة البعيدة عرفت خمسة من الكواكب السيارة هـى ، كما ذكرنا سابقا (عطارد- الزهرة- المريخ- المشترى- زحل) وذلك لأنها أجسام ترى بالعين المجردة . لم يكتشف أورانوس الـذى يـرى بصعوبة بالعين المجردة إلا عرضا عام ١٧٨١م على يد " وليم هرشل " (١٧٢٨- ١٨٢٢م) أما نبتون فقد أضيف إلى قائمة الكواكب السيارة المعروفة عام ١٨٤٦م نتيجة لتحريـات رياضـية متعلقـة بحركـات أورانوس لجميع الكواكب السيارة العملاقة ، توابع أقمـار فللمـشترى

أكثر من عشرين قمرا ، ولزحل أكثر من ١٨ قمرا ، ولأورانوس خمسة ، ولنبتون اثنان . لكثير من هذه التوابع أقطار تعادل على الأقل قطر عطارد .

أبعد السيارات المعروفة هو " بلوتو " الذى اكتشفه الفلكيون من مرصد " لوول " فى الأريزونا عام ١٩٣٠م .

رسمت أول الخرائط المرقبية للقمر عام ١٦٠٩م . قد يعود حق الأولوية فى ذلك إلى " توماس هريوت " (١٥٦٠- ١٦٢١م) الذى رسم خريطة للقمر تظهر فيها عدة معالم بوضوح ، ثم تبعه بعد ذلك " جاليليو " فى عام ١٦١٠ م بدراسة سطح القمر ، أول محاولة جديدة لرسم خريطة عطارد قام بها فى ميلانو " جيوفانى شياباريلى " (١٨٣٥- ١٩١٠م) فى القسم الأخير من القرن التاسع عشر .

فبدلاً من أن يدرسه فى الليل عندما كان بوسعه أن يراه بالعين المجردة ، قام بمراقبته فى وضح النهار عندما كان عاليا فوق الأفق . وهكذا تمكن من رؤية ظلال قاتمة فيه ومناطق متألقة . لكن خريطته جاءت تقريبية .

فيما بعد بين عامى ١٩٢٤ ، ١٩٣٣م قام أ . م أنطونيادى بدراسة طويلة مستخدمًا مرقبا كاسرا فى مرصد " مودون " قطره (٨٤ سم) أجرى أيضا مراقباته فى وضح النهار ، وظلت خريطته

هى الفضلى- مع أننا نعلم الآن أنها هى أيضا تفتقر إلى الكثيـر مـن الدقة "حتى رحلة " مارينر١٠ " التاريخية عامى ١٩٧٣- ١٩٧٤م .

كان أول رسم تظهر فيها علامات على سطح المريخ من صنع الفلكى الهولندى " كريستيان " (١٦٢٩- ١٦٩٥م) عام ١٦٥٩م حيث إنه رسم منطقة على شكل العدد سبعة (٧) وهى المنطقـة المـسماة اليوم " سرتيس ماجور بلانيتيا " مع كثير من المبالغة .

قام شيابارلى أيضا بمراقبته للمريخ ، عندما كان فى الحضيض الشمسى وفى المقابلة وهو وضع ممتاز للمراقبة كان ذلـك فـى عـام ١٨٧٧م . لقد راقب شيابارلى المريخ من ميلانو ورسم خريطة فاقـت كل ما جاء قبلها . بين على الخريطة الأشكال المستقيمة التـى تبـدو اصطناعية ، والتى سماها القنوات ، وأصبحت منذ ذلك الحين تعـرف بقنوات المريخ . ثم جاء من يقول إن هذه الأشكال هى مجـارى ميـاه اصطناعية ، بناها سكان المريخ بمثابة شبكة رى واسعة النطاق كـان الماء وفقًا لهذه النظرية المثيرة ، يجرى من القلنـسوتين القطبيتـين .

تقسم النظام الشمسى إلى قسمين رئيسيين " فجوة " واسعة واقعة بـين المريخ (أبعد الكواكب السيارة الأرضية) والمشترى (أول الكواكـب السيارة العملاقة) ثمة علاقة عددية اكتشفها " بـود " (١٧٤٧- ١٨٢٦) عام ١٧٧٢م وعرفت باسم قانون " بود " وفحواها كالآتى :

عطارد	الزهرة	الأرض	فجوة	المريخ	المشترى	زحل	أورانوس	نبتون
٠	٣	٦	١٢	٢٤	٤٨	٩٦	١٩٢	٣٨٤

ثم يضاف إلى كل رقم ٤ فتصبح :

٤ ٧ ١٠ ١٦ ٢٨ ٥٢ ١٠٠ ١٩٦ ٣٨٨

ثم تقسم على ١٠ فتكون هى أبعاد الكواكب عن الشمس بالوحدات الفلكية وهى :

٠,٤ ٠,٧ ١ ١,٦ ٢,٨ ٥,٢ ١٠ ١٩,٦ ٣٨,٨

وبالفعل فقد وجد أن عطارد يبعد عن الشمس بمقدار ٠,٤ وحدة فلكية (الوحدة الفلكية ١٥٠مليون كيلو متر) . والزهرة تبعد عن الشمس ٠,٧ وحدة فلكية ، وبالطبع فالأرض تبعد عن الشمس بمقدار وحدة فلكية (الوحدة الفلكية هى متوسط المسافة بين الأرض والشمس) وهكذا ، وعند الرقم ١,٦ وحدة فلكية لا يوجد كوكب سيار نعرفه ، وهذا ما حمل العلماء على افتراض وجود كوكب سيار مجهول فى هذه الفجوة لذلك قامت فى أواخر القرن الثامن عشر جماعة من علماء الفلك برئاسة " جوهان شروتر " (١٧٤٦- ١٨٣٢م) " والبارون فون زاخ " (١٧٥٤ - ١٨٣٢م) عرفت باسم شرطة السماء ، ووضعت نصب أعينها على الكواكب السيارة الجديدة لكن مسعاها جاء متأخرا .

وفى أول يناير ١٨٠١م اكتشف " جيوسيى بياتزى " (١٧٤٦-١٨٢٦م) من بالرمو " صقلية " جرما نجمى الشكل يتحرك بشكل ملحوظ بين ليلة وأخرى ثم تبين أنه كوكب سيارة يدور فى

الفجوة الواقعة بين المريخ والمشترى ، فأطلق عليه اسم " سيريس " تكريما لآلهة كانت شقيقة صقلية ... وخلال السنوات القليلة التالية اكتشفت " شرطة السماء " ثلاثة كواكب سيار أخرى " بالاس " و" جونو " و " فستا " وأصبحت هذه الأجسام فضلا عن " سيريس " معروفة باسم الكويكبات ، ومنذ ١٨٥٠م لم ينصرم عام إلا وجاءت معه إكتشافات جديدة حتى بلغ عدد الكويكبات المعروفة ٢٠٠٠ كويكب ومن المحتمل إكتشاف ما يربو على خمسين ألفا أخرى .

تحيط بزحل حلقتان ساطعتان تفصل بينهما منطقة قاتمة دعيت " فاصل كسينى " تكريما " لجيوفانى كسينى " (١٧٨٩- ١٨٥٩م) الذى أكتشف على مسافة أقرب من الكوكب حلقة باهتة نصف شفافة وقد أكتشفها كل على حدا عام ١٨٥٠ م "وليم بوتو " (١٧٨٩- ١٨٥٩م) من هارفرد و " ر. د ايفيس " من انجلترا ، وتعرف عادة باسم حلقة " الكريب " أو الحلقة القاتمة ، ثم أكتشف الفلكيون الفرنسيون عام ١٩٠٩م حلقة أخرى قاتمة خارج الحلقتين وعموما يرى نظام الحلقات بسهولة من خلال تلسكوب صغير .

كما أشرنا سابقا باكتشاف جاليليو (١٥٦٤- ١٦٤٢م) فى شتاء (١٦٠٩- ١٦١٠ م) ، وبواسطة أحد تلسكوباته تبين أن توابع المشترى الأربعة النيرة وهى " يو " ، أوربا " ، " جانميد " ، "كليستو" . يكون بالإمكان رؤيتها جميعا بالعين المجردة . لو لم يكن يحجبها لمعان المشترى ذاته .

التوابع الباقية أصعب بكثير ، فالتابع الخامس الذى أكتشفه عام ١٨٩٢م " ادوار برنارا " (١٨٧٥- ١٩٢٣م) وهو أقرب التوابع إلى الكوكب يقع مداره داخل مدار " يو "

عـــام ١٦٥٥م أكتـــشف الفلكـــى الهولنـــدى " كريـــستيان " (١٦٢٩- ١٦٩٥م) التابع تيتان ، هذا التابع يتميز بأنه التابع الوحيـــد المعروف فى النظام الشمسى ، الذى له جـــو لا يـــستهان بـــه قوامـــه الأساسى من الميثان وضغطه على سطح التابع ١٠٠ مليـــار تقريبـــا ، أى عشرة أضعاف الضغط على سطح المريخ .

فى عام ١٧٨١م كان " ولـــيم هرشـــل " (١٧٧٨ - ١٨٢٢م) يرسم خريطة نجوم كوكبه الجوزاء . وقع نظره علـــى جـــرم بـــشكل قرص كان يغير مكانه بوضوح بين ليلة وأخرى ، فظن أنه مذنب حتى كانت الحسابات التى أجرها لمداره فيما بعد " لكـــسبل " و " لابـــلاس " فتبين منها أن هذا الجرم كوكب يقع فى منطقة أبعد من زحل ، وكـــان هو كوكب " أورانوس "

قام الفلكى الفرنسى " أوبان فريبه " (١٨١١- ١٨٧٧م) بعمل حسابات مثل التى عملها من قبله " كوتش ادمس" (١٨١٩- ١٨٩٢م) الذى كان يعمل فى كمبريد عام ١٨٤٣ ، وأرصدها إلى مرصد برلين فعثرا مراقبان هنـــاك همـــا " يوهـــان جالـــه " (١٨١٢- ١٩١٠م) وهيترسن دارست (١٨٢٢- ١٨٧٥م) علـــى ســـيار بـــالقرب مـــن

الموضع الذى أشار إليه " فريبيه " وأطلق عليه اسم " نبتون " تـم هـذا الاكتشاف فى عام ١٨٤٦م . وأخيرا وبعد اكتشاف نبتون ظلت هنـاك بعض الاضطرابات فى حركة الكواكـب العملاقـة الخاجيـة . فقـام " برسيفال لوفيـل " (١٨٥٥- ١٩١٦م) بحـسابات جديـدة بقـصد اكتشاف كوكب جديد . وفى عام ١٩٠٣م عثر " كلايد تو مبوف " فـى مرصد " لوول بالأريزونا " على هذا الكوكب وحدد موقعه بدقة .

وأخيرًا أعتقد علماء الفلك فى وجـود كواكـب أخـرى فـى المجموعة الشمسية غير الكواكب التسعة المعروفة ، عثر العلماء على جسم جليدى فى حجم قمر كوكب بلوتـو أبعـد كواكـب المجموعـة الشمسية .

وقال العلماء إن قطر الجسم نحو ٩٥٧ كيلو مترًا مما يجعلـه أكبر من أى نيزك معروف ، وقالوا إن الجسم يدور حول الشمس على بعد ٦,٤ مليار كيلو متر منها فى أى منطقة حزام كبير .

وقد تم أكتشاف الجسم الجديد بواسطة فريق من علماء الفلـك الأمريكيين فى مرصد متقدم بشيلى .

أكتملت الثورة فى النظرة إلى الكون على يد أسـحق نيـوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧م) الذى توصل فى كتابه المعروف عـادة باسـم " المبادىء " والمنشور عام ١٦٨٧م إلى وضع جميـع الأسـس التـى عليها سيقوم العمل الفلكى فيما بعد .

لكن التقنيات الحديثة أصبحت تمكن علماء الفلك مـن قيـاس حركاتها الخاصة سنة بعد سنة ، فالاسم القديم " للنجوم الثابتـة " هـذا أصبح إسما مضللا ، فجميع النجوم تتحرك بعضها بالنسبة إلى بعضها الآخر بسرعات فائقة . تبين أيضًا فى عصرنا الحاضر أن مجرتنا فى ذاتها واسمها " درب التبانة " ليست سوى واحدة من عدد كبيـر مـن المجرات الأخرى التى تقدر بالملايين .

ويعتقد الفلكيون العصريون فى أن النجوم تتكون مـن سـحب الغازات والأتربة الكونية التى تقترب بعضها من بعض بالتدريج خلال مئات الملايين من السنين ، وإذ تزداد المادة تركزًا فإن حرارتها تأخـذ فى الارتفاع ولا تلبث أن تصل إلى الحد الـذى يبـدأ عنـده التفاعـل النووى فى باطن الجرم المنكمش ، عند ذلك يبلغ النجم أشده ومـا لـم ينفجر أو يتصرف تصرفات شاذة فإنه يستطيع أن يستمر فـى تألقـه لملايين عديدة من السنين بتحويل بعض أيدروجينه إلى طاقـة ، كمـا يحدث تقريبا فى القنبلة الأيدروجينيه وهذا ما تقوم به الشمس وما هـى إلا نجم عادى ومحافظ .

وفى خلال تكوين النجوم يكون ظهور السيارات أمرًا محتملا ، إذ أن تيارات الغاز فى إندفاعها نحو مركز النجم المتزايد النمو لابد أن تكتسب حركة دورانيه مضطربة كحركة الدوامات ، وهذا بالضبط مـا يحدث فى الأعاصير والزوابع ، وفى الدوامات الصغيرة التى تكن فى

أوانى الغسيل ، فتأخذ الكتلة المادية كلها فى الدوران وتظهر دوامــات ثانوية خارج الدوامة الرئيسية . وإذا أخــذت مــادة هــذه الــدوامات الصغيرة فى التحرك بسرعة كبيرة حول الكتلة الرئيسية ، فلن تــنجح فى الانضمام إليها . وبدلا من ذلك فإن هذه التكاثفات الثانوية المكونــة من الغاز والتراب (والتى تعرف باسم مولدات السيارات) تستقر فــى مدارات حول النجم المتزايد النمو وتتكاثف مادتهــا بالتــدريج حــول مراكز جاذبيتها ، وتتحول إلى نظام سيارى كنظامنا نحن .

ولا تحدث هذه العملية – كما كان يعتقد القدماء – نتيجة لكارثة بمعنى أنها تحدث بطريقة عادية لا نتيجة لحادث نادر كاصطدام نجــم بآخر . ولما كان معظم نجوم السماء قد تكون على الأرجح بنفس هــذه الطريقة ، فمن المحتمل كثيرًا أنها جميعا خلفت مــادة تحولــت إلــى سيارات تدور حولها .

الرأى الجديد فى الكون

مما سبق يتضح أن علماء الفلك من الــروم والعــرب أخــذوا بالظاهر وسلموا برأى " بطليموس " على أن الأرض قائمة فى مركــز الكون وأن الشمس والنجوم السيارة وغير السيارة تدور حولها كل يوم من الشرق إلى الغرب دورة كاملة ، كما ترى العين مع أنهــم عرفــوا بالرصد والحساب أن بعضها أبعد من الأرض جدا ، وأنها بعيدة عنهــا ملايين كثيرة من الأميال ، ولا تدرى كيف سلمت عقولهم بمــا نعــده

الآن بعيدا عن المعقول ، ومنهم مثل عبد الرحمن بن يونس المصرى الذى رصد كسوف الشمس وخسوف القمر فى القاهرة حوالى ٩٧٨م وأثبت منها تزايد حركة القمر ، وحسب ميل دائرة البروج فجاء حسابه أقرب ما عرف إلى أن أتقنت آلات الرصد الحديثة ، ومثل أبى الوفا اليوزجانى الذى نشأ قبيل ذلك واكتشف الاختلاف الثالث فى حركة القمر ، ومثل البتانى وأولغ بك وغيرهم من الذين عنوا برصد الأجرام السماوية وحسبوا أبعادها وأقدارها ، وحفظوا مصباح المعارف مضيئًا زمنًا طويلاً .

وقد يظن لأول وهلة أن مذهب بطليموس بسيط جدا لأنه مبنى على حركات الأجرام السماوية الظاهرة ، والحقيقة أنه معقد كل التعقيد لأن لكل من الشمس والقمر والنجوم حركة أخرى غير الحركة الظاهرة حول الأرض من الشرق إلى الغرب فاضطر بطليموس أن يعللها تعليلا خاصا بها ، وكافيا لتعليل نسبتها إلى غيرها لاسيما وأن الأجرام السماوية مختلفة الأبعاد والأقدار ، ويقال إنه لما اطلع " ألفونسو " ملك قشطيلة على رأى بطليموس أسف لأن الخالق لم يستشره وقتما خلق الكون ليشير عليه بنظام ، وكان ذلك فى أواخر القرن الخامس عشر .

وفى نحو ذلك الوقت ولد " كوبرنيكس " ١٤٧٣م ولما نشأ درس الميكانيكا فى " كراكاو " ببولندا ثم الفلك فى روما بإيطاليا ،

وأولع بهذا العلم ، وأطلع على علم الفلك في عهده ، فقال إن ما يظهر من حركة الشمس والقمر والنجوم اليومية حول الأرض من الشرق إلى الغرب يمكن تعليله بحركة الأرض على محورها من الغرب إلى الشرق ، ومن ذلك يكون كوبرنيكس هو أول من صدم عالم العصور الوسطى بأن الأرض ليست هى مركز الكون ، وأنها كوكب من كواكب المجموعة الشمسية ، ولفت الأنظار إلى ما سبق أن قاله " أريسترخس " السكندرى (٣٢٠ - ٢٢٠ ق . م) من أن أجرام مجموعتنا الشمسية هى التى تدور حول الشمس ، ومن الآراء الحديثة لكوبرنيكس ينبغى القول إن الذى لا يعقل هو كون النجوم الثوابت على أبعادها الشاسعة وأقدارها العظيمة تدور حول الأرض دورة كاملة على مدار الأيام والسنين ، ثم توصل من ذلك إلى القول بأن الأرض والسيارات تدور حول الشمس . وعلم أن رأيه هذا سيقابل بالتعسف والتسفيه فأخفاه ٣٦ سنة ، وأخيرا أذن فى نشره ، وكان ذلك سنة ١٥٤٣م ، ورأى أول نسخة مطبوعة منه ، وهو يحتضر على فراش الموت . ولقى مذهب كوبرنيكس المقاومة التى قدرت له من رجال الدين ، وكذلك من رجال العلم أيضا ولم يصدقه أحد إلا بعد ما صنع التلسكوب ، وأعظم مؤيديه من جهة ومناقضيه من أخرى تيكوبراهى ، الذى ولد فى عام ١٥٤٦م وكانت ولادته هذه بعد وفاة " كوبرنيكس " بثلاث سنوات . وبرع تيكوبراهى فى استخدام ما صنعه من تلسكوبات

فى " يورافينبورج " ومع ذلك فإن عقله لم يتحرر تماما مـن النظريـة المثالية القديمة ، ولهذا فى أيامنا هذه عندما نذكره " نذكره لأرصـاده " وليس لآرائـه الفلكيـة ، فنعـزى إليـه وصـف أول نجـم منفجـر " سوبر نوفا " فى عام ١٥٧٢م عند مجرة كاسيوبيا " ذات الكرسـى " وكان " تيكـوبراهى " علـى اتـصال مـستمر بـــ " يوهـانزكبلر " (١٥٧١- ١٦٣٠م) الذى درس الرياضيات والفلك فى " تيبـونجن " بألمانيا . ورصد فى جرانز بالنمسا . ثم إلتحق بخدمة تيكوبراهى ، فى براغ بـــ " تشيكوسلوفاكيا "

وقد ظل تيكوبراهى ، يزود كبلر بأرصاده طوال حياته ، ثـم أورثه أوراقه بعد وفاته ونشر كبلر لــ " تيكوبراهى " فى عام ١٧٢٧م أول خارطة للسماء ضمنها ١٠٢٧ نجما ، وأثبت بها أن مـدارات الأجـرام السماوية ليست دائرية ، وإنما بيضاوية وأهليجية ، يعتبر كبلر هو الواضـع الحقيقى للنظام الجديد ، فإنه أطلع أولاً على مذهب " كوبرنيكس " فاسـتوعبه واتبعه ، وكان قد اتبع مذهب الإصلاح الدينى أضطر أن يترك مقامـه فـى " جراتس " وينضم إلى تيكوبراهى فى براغ ، ويقف على أرصاده وطلـب منه حينئذ أن يصنع منها زيجا ، وكما ذكرنا سابقا إن هذه الأرصـاد هـى التى قادته إلى اكتشاف حقيقة الأفلاك التى تدور فيهـا الكواكـب حـول الشمس ، وكان من حسن الطالع أنه راقب ذلك أولاً فـى المـريخ لأن شكل فلكه بعيد عن الدائرة ، ولو راقب حركات المشترى لما أكتـشف هذه الحقيقة .

وكان جاليليو جاليلى (١٥٦٤ – ١٦٤٢م) قد أخذ يبنى تليسكوباته المتقدمة فى إيطاليا ، والتى استخدم فيها لأول مرة "عدسة عينية " قبل المركز البؤرى للعدسة " الشيئية " واستطاع أن يبين بدقة بهذه الوسيلة نجومًا عديدة لم تكن معروفة قبله . وأن يرى الجبال والأخاديد فوق القمر والبقع الشمسية على سطح الشمس ، وأربعة أقمار من أقمار المشترى تدور حوله ، وقد حدد طول دوران الشمس حول نفسها بـ ٢٧ يوما .

وجاليليو ، هو الذى صنع أول تليسكوب حديث فى عام ١٦٠٩م وكان أقرب إلى الميكروسكوب منه إلى التليسكوب ، أى كان يكبر الأشياء بأكثر مما كان يقربها . ولقد أثبت جاليليو براعته الكبيرة فى الرصد بعد صناعته تلسكوبات أخرى متطورة وأفضل من تليسكوبه السابق .

وقد صادق " جاليليو " كبلر وراسله ، وآمن مثله إيمانًا كاملاً بالنظام " الكوبرنيكى " الجديد وقتذاك . حين أعلمه البابا بيوس الخامس فى عام ١٦٠٩م أن النظام " الكوبونيكى " يعتبر مخالفة لتعاليم الكنيسة. فقد حرص جاليليو على ألا يجاهر بتأييد ذلك النظام .

ولكن عندما توفى البابا " بيوس الخامس " وتولى البابا " إربان الثامن " البابوية فى عام ١٦٣٢م ، تشجع جاليليو ، وكتب كتابًا هو " الديالوج " أيد فيه علانية النظام " الكوبرنيكى " وقد حرص

جاليليو قبل نشر كتابه على الحصول على موافقة سلطات فلورنسا على نشره .

يعتبر جاليليو هو الأب الحقيقى للفلك الحديث وذلك لوضعه لأساس صناعة التليسكوبات الحديثة ، وعلى نبوغه الرصدى للأفلاك وبتوصله لهذين السببين إلى كشوف فلكية كثيرة استطاع أن يضعها ويبلورها ، الوضع والبلورة الصحيحين . وزيادة على ذلك لاقى جاليليو العنف والاضطهاد اللذين جعلا منه رمزًا وشهيدًا لتقدم العلوم الحديثة ، ومحوها المعتقدات الخاطئة القديمة .

ثم جاء يوهانزكبلر (١٥٧١- ١٦٣٠م) بعد سنوات من العمل بالفكرة القائلة بأن السيارات تدور حول الشمس ، لا فى دوائر ، بل فى أقطاع ناقصة ، ثم نشر بين عامى ١٦٠٩ ، ١٦١٨م قوانينه الأساسية الثلاثة باستخدام قوانين كبلر هذه أصبح بالإمكان رسم خريطة مدرجة للنظام الشمسى . كما أصبح من الممكن أيضا بعد تحديد مسافة واحدة تحديدًا دقيقًا الحصول على جميع المسافات الأخرى ، وبعدد من العمليات الحسابية أكتملت النظرة الصحيحة إلى الكون على يد أسحق نيوتن (١٦٤٢ – ١٩٢٧م) الذى توصل فى كتابه المعروف عادة باسم " المبادىء " والمنشور عام ١٦٨٧م إلى وضع جميع الأسس التى سيقوم عليها العمل الفلكى فيما بعد .

وتوصل الانجليزى " أديموند هالى " (١٦٥٦- ١٧٤٢م) بعد سنوات قليلة من وفاة " جاليليو " إلى أن بعض النجوم تتحرك وتغيـــر أماكنها فى السماء .

لم يوضع مقياس الكون إلا بعد ذلك بزمن طويل ، أى عنـــدما بدأ الفلكيون يقيسون مسافات النجوم . وأول من قاس هذه المسافة كان " فريدرش بل " (١٧٨٤ – ١٨٤٦م) الذى قاس عام ١٨٣٨م مـــسافة نجم قريبا فى كوكبه الدجاجة ، فوجدها تبلغ حوالى ٩٦ مليـــون كيلـــو متر ، علما بأن الضوء يقطع هذه المسافة فى ١١سنة ، أى أن الـــنجم يبعد عنا مسافة ١١ سنة ضوئية . ثـــم توالـــت الاكتـــشافات الفلكيـــة والطبيعية إلى يومنا هذا ، وخلاصتها أن الشمس أهم الأجرام السماوية بالنسبة إلينا وهى فى مركز الكواكب المسماة بالنظام الشمسى ، الكواكـــب تدور حولها على هذا الترتيب من الأقرب إلـــى الأبعـــد : عطـــارد – الزهرة – الأرض – المشترى – أورانوس – نيبتون– بلوتو .

وكانت الأرض حتى زمن جاليليو هى مركز الكون. وتغيـــرت العلوم الفلكية كثيرا منذ ذلك الوقت ، وأصبحت الأرض كوكبا صغيرا من بين عدة كواكب تدور كلها حول الـــشمس ، وأصـــبحت الـــشمس واحدة من بلايين الشموس التـــى تـــضمها مجرتنـــا " درب التبانـــة " ومجرتنا واحدة من بلايين المجرات التى تؤلف الكون ، وأخذنا نتحدث أخيرا عن أكوان أخرى إلى جانب الكون الذى عرفناه .

وكان " جاليليو" و " تيكوبراهى " من أوائل الراصدين الذين استخدموا التليسكوبات فى أرصادهم ، ولكن هذه التلسكوبات الأولى كانت أقرب إلى الميكروسكوبات ، ولم تكن تكبر مع هذا إلا قليلا .

ثم أخذت صناعة التليسكوبات تكبر وتتعقد ، واسُتعين فى بعضها بأشعة أكس وأشعة جاما أو الأشعة تحت الحمراء التى تكشف الأجسام قليلة الحرارة بدلا من الضوء العادى ، وظهرت التلسكوبات الراديوية التى تعتمد على أمواج الراديو ، بدلا من المرايا والعدسات .

ومن أول نماذج التليسكوبات الجديدة تليسكوب بالومار وقد صنعه فى عام ١٩٤٩م وساعد على رصد ١٠٠ مليون مليون نجم ضمن مسافة تبعد عن الأرض بحوالى ٣٢ ألف مليون كيلو متر وتشمل ١٠ بلايين مجرة .

وظهر فى بداية هذا القرن أن مجموعتنا الشمسية واحدة من بلايين المجموعات التى يضم كل منها نجما ، وتؤلف فيما بينها مجرة واحدة هى " درب التبانة "

وفى عام ١٩٢٩م أكتشف الانجليزى " هارلوث بلى " إتساع المجرات التى تؤلف بينها الكون ، وعظم المسافات بين أجزائها .

تقدمت تكنولوجيا الصواريخ تقدما هائلا منذ أطلقت ألمانيا فى عام ١٩٤٢م صاروخها الأول ، وذهبت الصواريخ إلى كل أنحاء المجموعة الشمسية وإلى خارجها ، ومشى الإنسان بقدميه فوق أرض

القمر ، ومنذ الخمسينات أخذ علماء الفلك يتحدثون عن العـــدد الكبيـــر لهذه المجرات ، وأخذوا منذ السبعينات يتحدثون عــن وجــود أكـــوان أخرى إلى جانب الكون الذى عرفناه .

وعلى الرغم من التقـدم التكنولـوجى الهائـل فـى صـناعة التليسكوبات ، فإن أقوى ما عندنا من مراصد وأجهزة تقف عاجزة عن استكشاف الشموس البعيدة أو الكواكب المظلمة التى تدور حول بعض النجوم التى نعرفها .

ولكننا كثيرًا ما نستدل على وجود هــذه النجــوم أو الكواكــب بدراسة تأثيرها على مدارات أجرام سماوية معروفة ، ومن هــذا مــا توصل إليه عالم أمريكى فى السبعينات حين كشف عن وجود كـــوكبين فى حجم المشترى يدوران حول نجـم بارنـــا رد فـــى مجــرة الأوزة " سيجنس " والذى يبعد عن الأرض بحــوالى ٦ ســنوات ضــوئية ، وبدراسة تأثير هذين الكوكبين على مدار نجم بارنــارد بــين العـــامين ١٩٣٨ ، ١٩٨٦م قد وجد هذا العـــالم الأمريكـــى أن دورة أحـــدهما تستغرق ١٢ سنة ، والثانية تستغرق ٢٦ سنة .

وفى عام ١٩٦٠م ثم فى عام ١٩٧٤م ، أجــرى مرصــد أريـــسيو محاولتين جادتين فى ذلك ، وجهت الأخيرة إلى المجموعة م١٢ علـــى بعــد ٢٥ ألف سنة ضوئية وتضمنت معلومات عن مجموعتنا الشمسية ، وعناصر الأرض ، ومقومات الحياة ، وينتظر أن تقطع هذه الإشارات ٢٠ ألف مليون ميل قبل أن تضعف .

ثم أسس " بول رويتز " فى السبعينات جمعية للفضاء ، وقامت محاولة بدائية فى الاتصال بالعالم الخارجى .

وفى عام ١٩٢٢م نظمت الوكالة الأمريكية للفـضاء " ناسـا " مشروعا للاتصال بالعالم الخارجى .

يعود الفضل فى تحقيق التقدم الهائل فى معرفتنا للكـون إلـى قدرتنا على دراسته على مدى واسع من الطيف . حـصل أول تقـدم كبير بعد الحرب العالمية الثانية مباشرة عندما ظهرت تكنولوجيا علـم الفلك الإشعاعى الحديثة . بعدئذ بدأ عهد جديد مع إطلاق سبوتنك عـام ١٩٥٧م عندما أصبح بالإمكان إرسال أدوات علمية إلى الفضاء . مما جنب المشكلات التى يثيرها الامتصاص فى جو الأرض .

أخيرا فتح الباب الآن على مصراعيه لدراسة الطيف بأكملـه . بما فيه الأشعة السينية وأشعة جاما والموجات اللاسـلكية الطويلـة . بالرغم من كل ذلك تبقى أمامنا حقيقة واحدة لا مفـر منهـا وهـى أن معرفتنا للكون فى المستقبل لجميع الأجزاء التى يتركب منها سـتتغير باستمرار ، كما تغيرت فى الماضى على مر القرون الغابرة .

وبفضل الأشعة الحمراء سيكون لعلماء الفلك شريك يطير عاليا فى الهواء ، إنه المرصد الطائر الذى سيحلق فى طبقة الاستراتوسـفير (ثانى طبقة من الغلاف الجوى) ويسمى " صـوفيا " ويعمـل علـى الرصد بالأشعة تحت الحمراء ، ويصل طوله ٥,٢ متر ، ومثبت على

طائرة بوينج ٧٤٧ معدلة ، وهو أكبر من تلسكوب هابل الفضائى مما يجعله أكبر تليسكوب يعمل خارج نطاق الأرض .

إن برنامج هذا التليسكوب الطائر هو مشروع مشترك لوكالة " ناسا " ومركز الفضاء فى ألمانيا . ومن المتوقع أن تفوق كفاءة الرصد من زوايا مختلفة بمعدل ثلاث مرات عن سابقه المسمى " التليسكوب كوبر الطائر " وسوف يتمكن علماء الفلك من خلال هذا النظام الجديد من رصد النجوم فى مراحل ميلادها وتكونها وتطورها حتى تصبح نجما .

إن قدرات وإمكانات التليسكوب الطائر " صوفيا " سوف تساعد فى فحص ودراسة تركيب المذنبات والغلاف الجوى للكواكب السيارة . سوف يصل ارتفاع التليسكوب الطائر ما بين (٣٩٠٠٠ قدم إلى ٤٥٠٠٠ قدم) عن سطح الأرض ، ومن ثم يمكن تفادى امتصاص أبخرة الماء القريبة من سطح الأرض حوالى ٩٩% من الأشعة تحت الحمراء .

ومن خلال هذه الارتفاعات يتم عزل المرصد عن الطائر بغلاف من الزجاج المقاوم للكسر ، وذلك لتجنب اهتزاز المرصد أثناء الطيران بسرعة ٥٠٠ ميل/ ساعة مع هبوب الرياح بشدة ، خاصة على منطقة تجويف التليسكوب ، وكذلك شكل الطائرة يساعد فى توجيه الرياح المستعرضة عن التليسكوب .

وسوف يتم تزويد المرصد الجوى بعدد ثلاثـــة جيروســـكوبات مثبته فى الاتجاه الصحيح ، ويقوم التيلسكوب الطائر برحلاته العلميـــة الآن . ويتمكن من اختراق سحب فضائية ترابية أو غازيـــة بواســـطة الموجات الطولية المزود بها التليسكوب ، وذلك يجعل من السهل رؤية الأشياء غير المرئية فى مواجهة التليسكوب .

وفى نهاية عام ٢٠٠٢م أعلن العلماء الأمريكيون أنهم اكتشفوا كوكبا جديدا خارج المجموعة الشمسية باستخدام أسلوب جديد للرصد ، سوف يساعد على تسهيل عملية اكتشاف الكواكب الأخرى ، الكوكـــب الجديد يبعد عن الأرض بنحو عشر سنوات ضوئية ، ويبلـــغ حجمـــه عُشر حجم كوكب المشترى ، ومما يذكر أن طرق الرصـــد التقليديـــة كانت تعتمد على رصد الكوكب المجهول ، عندما يمر فى مواجهة نجم عملاق فيحجب جزءًا من ضوئه .

الباب الرابع

لبنــات الكــون

إذا نظرت إلى السماء فى ليلة من ليالى الشتاء ، وقـد تلبـدت بالغيوم ، فإنك لن ترى شيئا ، وترى أن هذه الأرض ، وما يحيط بهـا من غيوم هو الوجود كله . ولكن سرعان ما تتذكر أن الـشمس هـى جزء من هذا الوجود ، وعندما ينقضى فصل الشتاء ترى القمر يضىء لك الليالى فتسهر وتتسامر فى ضوئه الساحر ، وعندما يختفى وتظهـر النجوم المتلألئة يبدو الكون أكثر اتساعا ، وتدرك أنه واسع لدرجة قـد لا يتسع إليها خيالك .

حقا أنه الكون بديع بشمسه وقمره ونجومه وأرضـه ، وأنـه صنع صانع ماهر متقن لصنعته أتقن كل شىء صنعه ، إنه الله فسبحان الله أحسن الخالقين .

فى الحقيقة لقد شغل الكون الإنسان منذ القـدم ، وعلـى مـر العصور . فعمل جاهدا ، ومازال يعمل على فهمه حتى إنـه اسـتطاع رصد حركة النجوم منذ زمن بعيد ، وبالتحديـد فـى أوائـل القـرن التاسع ، أى في عهد الخليفـة المـأمون ، عنـدما كانـت الحـضارة الإسلامية فى أولها ، حيث شيد مرصدين : أحدهما فى بغداد ، والآخر فى دمشق ، وكانا فى ذلك الوقت الوحيدين فى العالم .

ومع اختراع التليسكوبات وتطويرها وزيادة قدرتها إستطعنا أن نعرف الكثير عن بناء هذا الكون ، بل أننا استطعنا رصد نشوء واندثار النجوم إذ أن النجوم مثل الإنسان تولد وتتطور ثم تموت .

من المعلوم أن الكون مؤلف من مجرات وحشود مجرات ، وأن أهم هذه المجرات مجرتنا " درب التبانة " وأحيانا يقال لها " درب اللبانة " وهى تشمل ١٠٠ ألف مليون نجم . من هذه النجوم شمسنا ، ولها عدد من الكواكب تدور حولها ، ولكل كوكب تابع أو أكثر يتبعه يدور حوله وأهم كواكبها أرضنا ، وهى أجمل الكواكب على الإطلاق إذ أنها تتيقن بالحياة ، تشغلنا عن التفكير فيما سواها فى كثير من الأحيان . ولكن هذه الأرض لا تعدو عن كونها صغيرة تسبح فى الفضاء الرحب .

وللأرض تابع واحد هو القمر الذى تغزل به الشعراء وحدثه الناس وسامره المحبين .

تشكل كل شمس مع توابعها منظومة يطلق عليها " المنظومة الشمسية " أو " المجموعة الشمسية " ترسل الشمس بأشعتها لتمد الأرض بالدفء ، وتبعث فيها الحياة وترسلها أيضا إلى القمر ليعكسها ، فيضىء لنا ظلمة الليالى .

وهكذا ترى الأجرام السماوية إما أنها تضىء من تلقاء ذاتها كالشمس ، أو أنها تعكس الضوء كالقمر ، ومنها ما يبدو بلون باهت .

تعتبر العلوم الكونية اليوم علوما حديثة ، غير أن الأفكار الكونية كانت ومنذ الأزل جزءًا لا يتجزأ من تفكير الإنسان عبر تاريخه الطويـــل . وكل حضارات العالم قد امتلكت عبر تاريخها تـصوراتها الكونيـــة ، طالما أن الأسئلة التى كانت مصدرًا مولدًا للعلم قد احتلت لهـــا مكانًـــا رئيسيًا فى تصورات الإنسان أينما وجد ابتداء من إلقاء نظراته الأولى إلى السماء .

إلا أن الإجابات التى حصل عليها الإنسان نتيجة لتـــساؤلات فيما يتعلق بالكون والسماء بشكل خاص ، فقد كانت إجابـــات متعـــددة ومختلفة نتيجة اعتمادها على اختلاف طبيعة الحضارة والثقافـــة التـــى ينتمى لها الإنسان ، والمولدة لتلك الإجابات غيـــر أن هـــذه الإجابـــات مجتمعة قد حاولت إعطاء تصور منظم ، لما تكشف عنه السماء لكـــى تكون عوالم السماء مفهومة بالنهاية من قبل الإنسان نفسه .

وقد كان علم الفلك العلم الأساسى لمجموعة العلـــوم الأخـــرى التى ارتبطت بالسماء ، ويمكن إعتبار هذا العلـــم دون شـــك مـــصدرًا لباقى العلوم ، حيث حاول هذا العلم ومنذ البدء فى الكشف عن القوانين الفيزيائية للكون ، مستعينا بعلم الرياضيات ، وبقدر أهمية هـــذا العلـــم اليوم بين العلوم الأخرى ، فقد استطاع أيضا عبر تاريخه أن يقرب ما بين الحضارات والثقافات المختلفة .

وفى الوقت الذى كان فيه هذا العلم خاملا ومهملاً تقريبًا فى أوروبا خلال العصور الوسطى ، كان هذا العلم مزدهرًا فى الشرق لدى المسلمين ، وأصبحت مؤلفاتهم فى هذا الحقل فيما بعد مصدرًا أساسيًا لعلماء عصر النهضة فى أوروبا ، وتلك المؤلفات التى نقلت العلوم اليونانية القديمة إلى العربية ، حيث تطورت على أيدى المسلمين ، وأصبحت فى النهاية مادة تدرس ، ومصدر بحث للدراسات العلمية الأوربية ، وقد تطورت العلوم على أيدى المسلمين ، خاصة حقل الرياضيات الفلكية .

إن هذه الدراسة تهدف فى الدرجة الأولى إلى الكشف عن تلك العلاقة بين الحديث والقديم من خلال ما استجد من تصورات فى بنية الكون ، وأصل الوقت والمساحة .

علم الكونيات ، أو علم نشأة الكون هو دراسة العوالم جميعا ، وهو أيضا دراسة عميقة لمكونات الكون كله . كما أن هذا العلم يحتاج إلى معرفة علوم أخرى كثيرة وفروعها ، مثل الفلك والفيزياء والرياضيات .

لم يرد لفظ كلمة الكون فى القرآن الكريم ، وإنما وردت كلمة العالمين فى آيات عديدة ، وكلمة العالمين أجمل فى إيقاعها وأشمل بكثير فى معانيها ، فهى تعنى كل الخلائق والكائنات والعوالم الغيبى منها والظاهر المشهود ومن العوالم ما قد يظل غيبا إلى يوم يبعثون .

وصدق سبحانه وتعالى فى قوله :

" ومن آياته خلق السماوات والأرض واختلاف ألسنتكم وألوانكم إن فى ذلك لآيات للعالمين " سورة الروم آية ٢٢

ولقد شغل الكون أو العالم قدماء المسلمين ردحا من الزمن ، وأنتهى فيها الإمام أبو حامد الغزالى إلى القول بأن العالم قديم فى علم الله ، أما أعمارها فتحسب عند بداية خلقها وظهورها فى الوجود الكونى المرئى أو شبه الفضاء الكونى ، لم يدخل فى ذلك سماء المطر والقمر والكواكب والشمس والنجوم ، وتشمل أيضا كل الأجرام السماوية من الشهب الكبيرة التى تحترق قبل الوصول إلى الأرض إلى المجرات التى تحتوى على آلاف البلايين من النجوم . ويتضح ذلك حاليا من قوله سبحانه وتعالى فى محكم آياته :

" لخلق السماوات والأرض أكبر من خلق الناس ولكن أكثر الناس لا يعلمون " سورة غافر آيه ٥٧

وحينما ينظر الإنسان إلى السماء والنجوم تتلألأ يجد فيها رونقا وبهاء ، وفى نفس الوقت يشعر بقدرة الله التى لا تدانيها ولا تشبهها قدرة ، وهكذا يريد الله أن ننظر فى ملكوت السماوات والأرض لندرك عظمة الخالق ، وإبداعات صنعه لنزداد إيمانا ويقينا .

قال الله سبحانه وتعالى :

" وجعلنا السماء سقفا محفوظا وهم عن آياتها معرضون وهو الذى

خلق الليل والنهـــار والـــشمس والقمـــر كـــل فـــى فلـــك يـــسبحون " سورة الأنبياء آية ٣٢ ، ٣٣

ومع حلول العصر الجديد ، بدأ الإنسان يتسلح بأجهزة جديـــدة تتيح له أن يطل على هذه العوالم البعيدة نسبيًا لا من خـــارج غـــلاف الأرض الجوى فقط ، بل ومن مسافات قريبة جدًا مقارنـــة بالمـــسافات الهائلة التى تبعدها عن الأرض .

وخلال بداية عصر غزو الفضاء فى ٤ أكتـــوبر ١٩٥٧ حـــين أعتقد الإنسان أن خروجه من مجال الجاذبية الأرضية حلـــم يـــستحيل تحقيقه ، أما وصول الإنسان إلى القمر ومحاولات اكتـــشافه كواكـــب المجموعة الشمسية ، فكانت أحلامنا ضاربة بجذورها فى حقول الخيال .

وكانت هذه السنوات قد غيرت كثير من طبيعة أحلام الإنـــسان فى مجال الفضاء الخارجى ، فأصبح الوصول إلـــى أى كوكـــب مـــن كواكب المجموعة الشمسية أمرًا يقبله العقل الواعى للإنسان ، وبالتالى لا يحلم به ، واتجهت الأحلام إلى غزو الفـــضاء خـــارج المجموعـــة الشمسية بعيدًا عن كوكب الأرض . وفى ذلك الكـــون الواســـع جـــدً ، وبالطبع تبدأ أحلام إكتشاف هذا الفضاء البعيد بمجرتنا التى ننتمى إليها وتسمى بمجرة " درب التبانة " بكل ما تحتويه من أجرام سماوية ، لكن الحلم لا يقف عند حدود مجرتنا بل أنه تعدى ليـــشمل الكـــون كلـــه ، ويشجع الإنسان على المضى قدما فى أحلامه فى السفر إلـــى كواكـــب

المجموعة الشمسية . فهو أمر يجعله يرى اليوم الذى يستطيع فيه التجول فى الفضاء الكونى قريبًا جدًا ... .

إن الأرض التى نعيش عليها ليست إلا كوكبًا صغيرًا فى هذا الكون ، وفى المجموعة الشمسية التى تضم إلى جوار الشمس مجموعة من الكواكب تتفاوت فى أقطارها وأحجامها وكتلتها وزمن دورانها حول الشمس وحول محاورها بل وفى عدد ما يدور حولها من أقمار ، وأن كواكب المجموعة الشمسية الخمسة الأقرب إلينا (عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل) كبيرة بدرجة يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، لذا عرفها الإنسان منذ القدم حتى اختراع المنظار عام ١٦٠٠م ذهب الظن إلى أن هذه الصورة هى غاية المراد ، ولكن بعد ذلك أكتشف الكوكب السابع من كواكب المجموعة الشمسية ، وهو كوكب أورانوس بالمصادفة فى عام ١٧٨٣م ثم بعد ذلك تم اكتشاف " نبتون " و " بلوتو "

والفكرة العلمية عن الكون تبدأ بالأرض التى نعيش عليها ، فهى تلف فى الكون حول محورها مسببه تتابع الليل والنهار ، وكذلك الحركة الظاهرية لشروق وغروب النجوم ، ويؤدى محور الدوران حركة مخروطية مكملاً دائرة كاملة فى السماء كل ٢٦٠٠٠ سنة ،

وهذه هي ظاهرة التبادر ، بمعنى إذا كان محور دوران الأرض يشير الآن إلى نجم القطب الشمالي في مجموعة الدب الأصغر ، فإنه بعد فترة من زمن سوف يشير إلى نجم آخر .

ويتحرك مركز كتلة المجموعة المكونة من الأرض والقمر حول الشمس على هيئة قَطْع ناقص ، كما تؤدى الأرض حول المركز حركة دورانية صغيرة ، والنتيجة النهائية هي أن مسار الأرض حول الشمس ، يكون عبارة عن قَطْع ناقص به تعرجات .

والأرض أيضا تشارك في حركة الشمس في المجرة ، فالشمس المسافرة في مدار دائرى تقريبا حول مركز طريق التبانة تتحرك الآن في اتجاه نقطة في كوكبة " هرقل " ، لذلك فإن الأرض لا تعود أبدا إلى نفس النقطة في الفراغ ، ولا تعيد رسم نفس القطع الناقص ، ولكن تشارك في حركة تشبه بريمة خرم الخشب من وجهة النظر المذكورة .

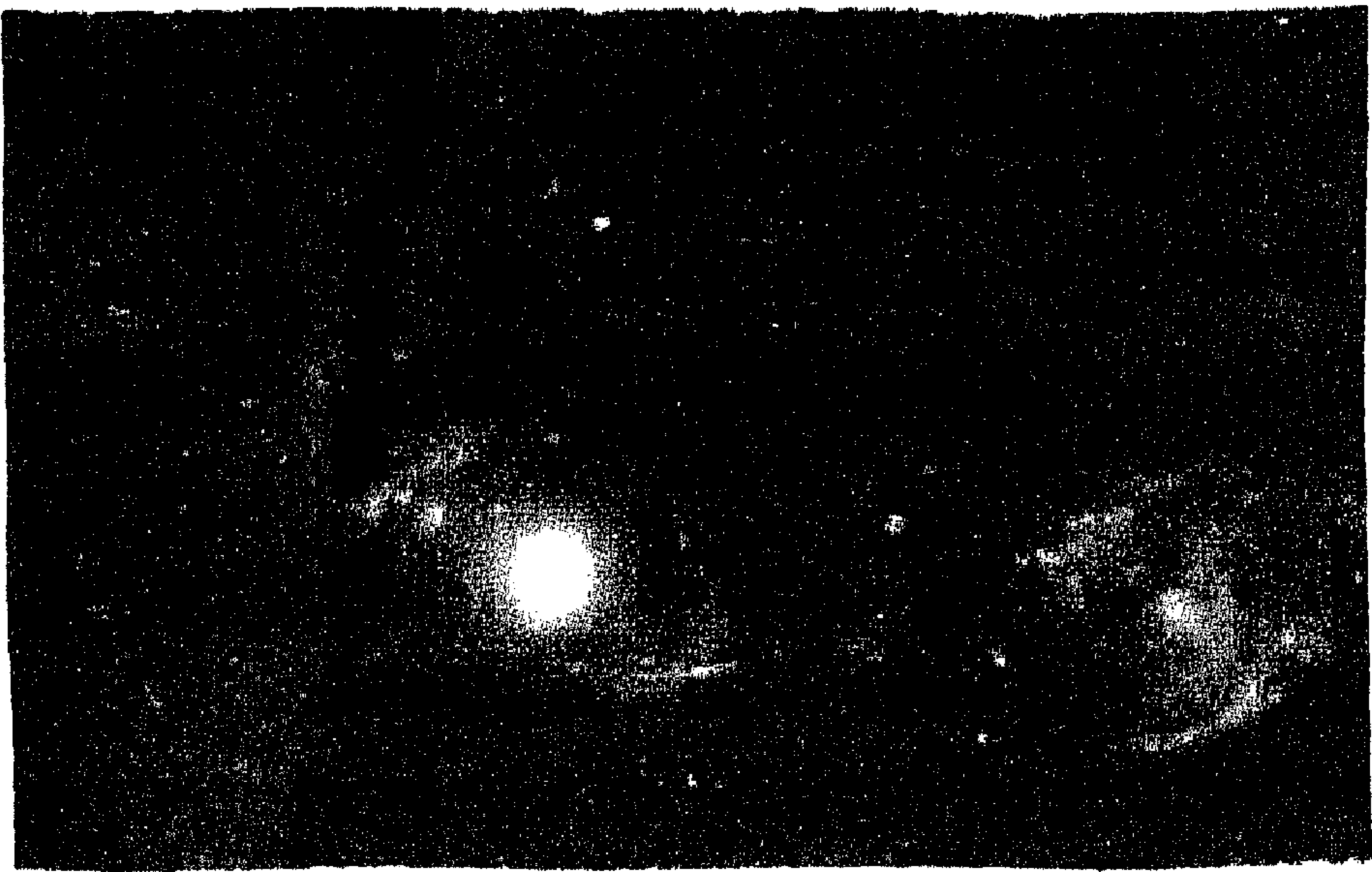
تشارك الأرض في دورانها حول الشمس باقي أجرام المجموعة الشمسية ، والمجموعة ككل مرتبطة بمجرتنا مجرة " درب التبانة " التي تدور حول مركز المجرة ، هذا من جهة ، ومن جهة ثانية تتحرك في الوقت نفسه هي ومجرة " المرأة المسلسلة " الأقرب إلينا كل منهما باتجاه الأخرى ، ويتوقع العلماء صداما بين هاتين المجرتين ، ربما بعد ٣ مليارات عام ، فهل هذا هو مستقر الشمس ؟

تدل الأبحاث أن الكواكب تتطور وتمر بمراحل عدة ، وقد تكون الثقوب السوداء نهايتها . فهل سيكون لشمسنا هذه النهاية ؟ وهل ستكون هذه الحالة هى مستقرها ... أم أن الحياة ستستمر لحين حدوث التصادم بين المجرات ؟ وسيكون هذا هو مستقرها وصدق المولى عز وجل حيث يقول :

" والشمس تجرى لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم " (سورة يس آية ٣٨)

أم أن هذه الحضارة ، ستزول بسبب ما نجهله ؟ ثم تأتى حضارة أخرى ، ثم تزول وهكذا إلى ما شاء الله .

هذا هو الكون كما نراه حتى الآن ، وكما نفهمه فهل خلق هذا عبثا ؟



صورة لاحتمال تصادم مجرتين . ومن المتوقع أن يكون هذا مصير مجرتنا بعد ٣ مليارات عام

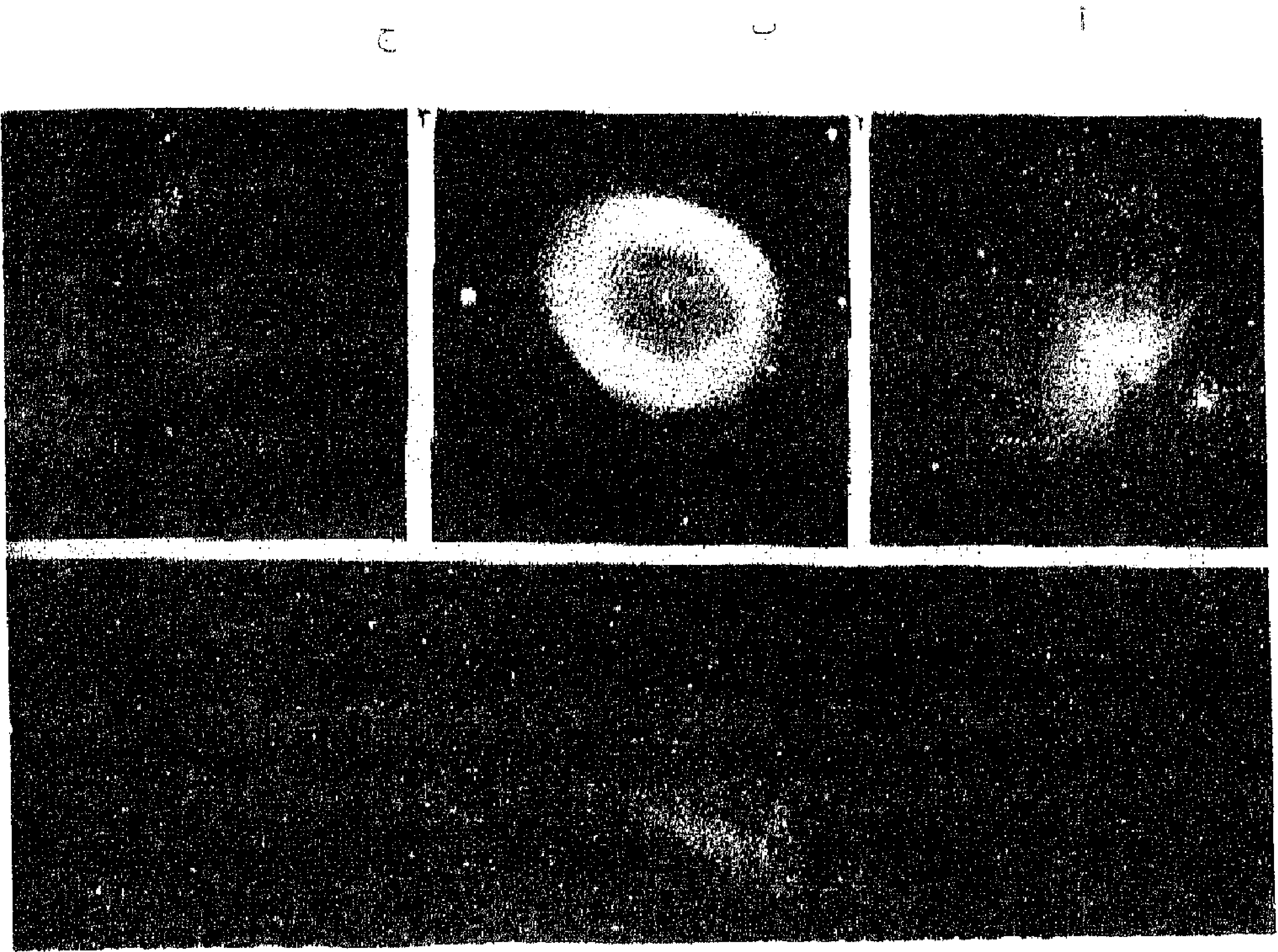
يقول استيفن فى كتابه " الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون " يكاد يستحيل على بنى البشر ألا يعتقدوا بوجود علاقة خاصة بيـــنهم وبين هذا الكون ، وأن يعتقدوا أن الحيـــاة ليـــست إلا مجـــرد نهايـــة مضحكة لأحداث متتالية تعود بنا إلى الدقائق الثلاث الأولى ، بل إننـــا نميل بشكل ما للاعتقاد بأننا كنا منذ البداية غاية الوجود .

وكما أن الأرض والقمر والشمس والنجوم والمجـــرات هـــى لبنات للكون ، فهناك أيضا السدم " والثقوب السوداء " وأشباه النجـــوم " السدائم أو السدم (جمع كلمة سديم) وهى أجرام سماوية هائلة كثيـــرة جدا يقدر عددها بالملايين ، وموقعها مـــن النجـــوم لا يتغيـــر، وهـــى سحابية الشكل ، وبعضها معتم ، وبعضها مضىء بسبب مـــا يتخللهـــا عدد من نجوم ، وقد يطلق لفظ السديم على أنواع مختلفة من الأجـــرام السماوية ذات المظهر الضبابى وهناك سدائم غازية تحتوى على العديد من النجوم مثل سحب مجلان القريبة من مجرتنا ، وتحتوى بين ثناياها على نجوم زرقاء وبيضاء تطل على مجرتنا المسماة بدرب التبانة . وهى مؤلفـــة فى الأصل من غازات فى غاية الاتساع والانتشار تجذب إليهـــا مـــا يمـــر بالقرب منها من الغبار الفضائى الذى تبعد النجوم أو الشموس عنهـــا بقـــوة الضغط الإشعاعى غير أنها تبقى متصفة بمزايا المواد الغازية ، وهذا يعنـــى أنها عندما تصلها حرارة من الشموس المجاورة ، فإن حرارتها تتقلص بدلا من ارتفاع تلك الحرارة ، وقد توصل العالم الفيزيائى " أرهانيوس " أن للسدم حرارة خاصة سلبية .

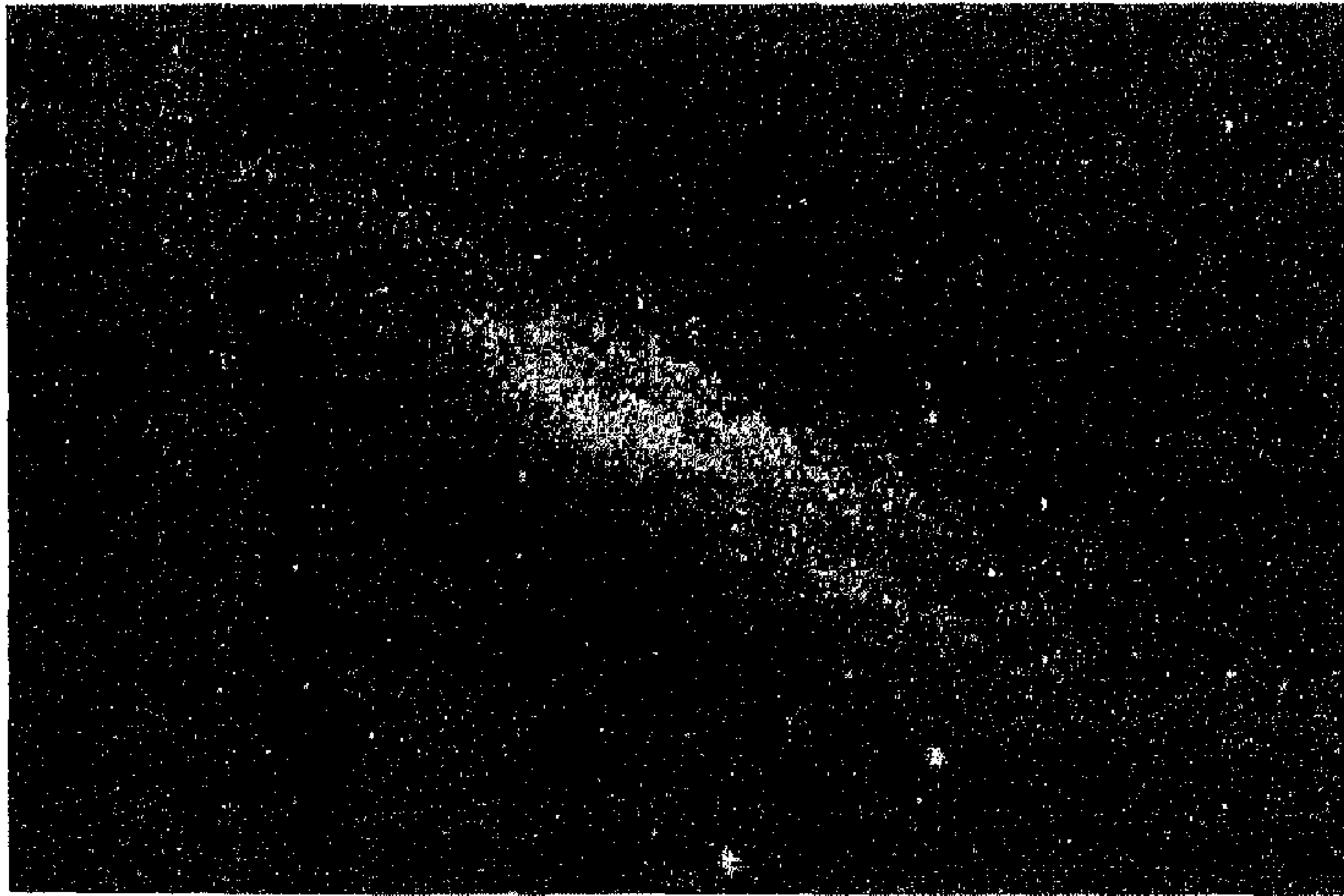
للسدم أنواع مختلفة ، وقد تبين أن لها أهميـة قـصوى فـي النظرية الفلكية الحديثة ، حيث تظهر فى عدة أماكن من السماء كبقـع مضيئة تبدو كضباب ساطع . وضع علماء الفلك عدة لوائح للسدم مـن أشـهرها اللائحـة التـى نـشرها عـام ١٧٨١م الفلكـي الفرنـسي " شارل مسييه " (١٧٣٠- ١٨١٧م) والتـى تحتـوى علـى أكثـر من ١٠٠ سديم .

وفى أواخر القرن التاسع عشر ، وضـع الفلكـي الـدانمركي " يوهان درايز " (١٨٥٢ – ١٩٢٦م) لائحة أكمل من لائحة " شارل مسييه " على مراقبات " وليم هرشـل " (١٧٣٨ - ١٨٢٢م) وابنـه " جون " (١٧٩٢ – ١٨٧٠م) ومعروفة باسم " الفهرست العام الجديد " ولا تزال أرقام هذا الفهرسـت ، وأرقـام مـسييه (م) مـستعملة حتى اليوم .

قام مسييه بفهرست جميع الأشياء الـسديمية – انطلاقًـا مـن العناقيد النجمية حتى السدم الغازية ، وما يسمى بالأنظمة كنظام المرأة المسلسلة الحلزوني م٣١ وهى أنظمة تعرف اليوم أنها مجـرات أتفـق علماء الفلك على الاحتفاظ باسم السديم " للسحابات الغازية أو الغبارية " دون سواها ، وذلك تلافيا للبلبلة .



(أ) سديم الجوزاء (ب) سديم حلقى (ج) سديم كوكبى فى برج الدلو
(د) سديم أو ميجا م١٧ أو النضوة



مجرة حلزونية



سحابة مجلان الكبرى

السدم تنقسم إلى نوعين رئيسين : سدم باثة ، وسدم عاكسة وهذين النوعين لا يوجدان فى مجرتنا فقط فحسب ، بل توجد فى مجرات أخرى أيضا .

فالسديم المسمى " العنكبوت " والذى يقع فى سحابة " مجلان الكبرى ، وهو أكبر بكثير من سديم الجوزاء م٤٢ ، الذى هو أشهر سديم فى مجرتنا . العنصر الرئيسى فى جميع السدم هو الهيدروجين أغزر المواد فى الكون . لكن فيها أيضا كمية وافرة من الغبار ، وهو الذى يمتص ضوء النجوم .

يتوقف ضياء السدم على وجود نجوم بالقرب منها أو فى داخلها ، فإذا كانت هذه النجوم فى منتهى الحرارة . يتأين الهيدروجين فى السديم ، ويبث من ذاته كمية من الضوء . ظن فيما مضى أن بعض خطوط أطياف السدم تتم عند وجود عناصر مجهولة فيها . لكن علم فيما بعد أن هذه الخطوط ناجمة عن عناصر مألوفة كالأكسجين تكونت فى ظروف غير مألوفة ، أما إذا كانت النجوم أقل حرارة ، فالسديم يسطع بالانعكاس ، وإذا لم تكن هناك نجوم قط ، يبقى السديم مظلما ولا يسطع ولا يمكن كشفه إلا أنه يمتص ضوء النجوم الواقعة وراءه . هناك سدم مجرية مختلفة ترى بمنظار صغير .

فى تصنيف أقترحه " والتر بادة " (١٨٩٣- ١٩٦٠م) قسم المناطق فى مجرتنا (وفى المجرات الأخرى) إلى نوعين سماهما

" السكان ا " و " السكان ٢ " ففى مناطق " السكان ا " تكثر كمية المادة المنبعثة بين النجوم ، وتكون أكثر النجوم ضياء حارة وبيضاء . أما فى مناطق " السكان ٢ " فقد استنفذت تلك المادة إلى حد بعيد فى عملية تكوين النجوم ، وغدت أكثر النجوم ضياء عمالقة حمراء .

أهم مميزات مناطق " السكان ا " من الناحية النظرية أنها تبدو كمناطق لا يزال تكون النجوم فيها مستمر . يبدأ النجم حياته وفقا للآراء الشائعة ، بالتكثف انطلاقًا من المادة المنبثعة بين النجوم . من الأكيد أن السدم هى مواقع لنشاط من هذا النوع لأن مادة ما بين النجوم تكون فى مناطق الفضاء الأخرى متخلخلة للغاية . فمعدل ما يحتويه فضاء ما بين النجوم فى السنتيمتر المربع فى ذرة واحدة من هذه المادة ، بينما كثافة السدم بالرغم من تخلخلها هى أكثر بكثير من ذلك ، فسديم الجوزاء هو فى الواقع مكان تولد فيه النجوم . يصبح هذا أيضا فى السدم المجرية فى أنظمة أخرى . كسحابة مجلان الكبرى ، والسدم التى ترى فى كوكبة المرأة المسلسلة ، كذلك قد تكون البقع الداكنة فى السدم والتى تعرف بالكريات نجوما أجنة .

تحتوى السدم أيضا على نجوم عديدة غير ثابتة ومتغيرة الضياء ، وتعرف بالمتغيرات ، كذلك شوهدت بعض النجوم تزداد جلاء خلال سنوات معدودة ، ولعل السبب فى ذلك أنها تحررت من

سحبها الغبارية الأولى فحرارة السدم لابد أن تكون إذن منخفضة ، ومع ذلك فإن موادها تظهر لأعيننا بيضاء متأججة براقة ، والسبب فى ذلك هو أن الغبار الفضائى المكهرب الذى تجذبه السدم إليها ، تجمع فى أطرافها وطبقاتها الخارجية تدريجيًا مقدارًا من الكهرباء يكفى لتوليد الحرارة فى تلك الطبقات ، ونشر الشعاع الذى يدل على وجودها ، والذى لولاه لما أمكن التعرف عليها ، وهكذا تبدأ السدم بالدخول فى الدورة الأولى من دورات حياتها ، أى بارتفاع حرارتها وظهور الشعاع فيها .

أما دورة السدم الثانية فتكمن فى تكوين نواة ، هذا يتأتى عندما يصادف أن كوكبًا شاردًا لا حياه فيه ، أطفأ نوره مرور الزمن الطويل ، قد اخترق مجمع مواد سديم من السدم التى بطريقها ورسا فى تلك المواد . أو عندما يدخل فى تلك المواد مجموع غبار معدنى . أو كمية من مواد غازية شاردة نجوم حولها كميات من طبقات السديم الخارجية وبتجميعها حولها تتكاثف أجزاء الغاز وتتجمد وتتولد الحرارة ويرتفع الضغط على المركز ، وتتأثر النواة فى توسيع حجمها حتى تصل إلى حالة التأجج من شدة الحرارة ، وعندئذ يمكن القول أن ما كان سديما قد أصبح على طريق تكوين النجوم .

تدور السدم بسرعة مذهلة حول نفسها فى حركة شبه متماسكة ، ورغم أن سرعة الدوران قد تصل إلى مئات من الكيلو

مترات فى الثانية على المحيط الخارجى للدوران ، فإن أى نقطة فــى أطراف السديم تحتاج إلى ملايين السنين لتتم دورة كاملة حول مركــز السديم . وقد تتخلل السدائم والمجرات وتــسمى " بالــسدم المجريــة " ويعتقد بعض العلماء أن بعض السدائم تتكون من حطام النجوم ، حيث تنتشر المادة التى تطلقها النجوم المتفجرة أثناء ثورانها ، ومــن أمثلــة السدائم سديم السرطان الذى يبعد عنا ٧٠٠٠ سنة ضــوئية ، والــذى شوهد فى الصين عام ١٥٠٤م عندما أنفجرت " سوبر نوفا " فى بــرج الثور ، مع ملاحظة أن هذا الانفجار حدث قبل رصــده فــى التــاريخ المذكور بمقدار ٧٠٠٠ سنة لكى يصل إلى الأرض . وفى وسط هــذا السديم تم اكتشاف نجم نيترونى نابض فى عام ١٩٦٧م وذلك بواسطة الإشارات الراديوية القادمة من هذا النجم ، كما تم اكتــشاف مــصادر قوية لأشعة إكس السينية فى هذا السديم أيضا ، وأن بقايــا الانفجــار الذى حدث مازالت تتأثر فى السماء بسرعة تبلغ آلاف الكيلو متــرات فى الثانية الواحدة ، مما يدل على هول الانفجار النــاتج عــن الــنجم المنفجر أو نجم السوبر نوفا . وهى مختلفة الأشكال (ولقــد أكتــشف الصوفى أكبر علماء الفلك عند العرب سديم المرأة المسلسلة) فمنهــا الكروى والبيضاوى والحلزونى المقفل والحلزونى المفتوح ، وبعــضها حلقى وبعضها مستدير وبعضها غير منتظم ، أى ليــست لهــا شــكل محدود . وقد سميت فى أول الأمر بالسدم أو السدائم ، وذلــك لأنهــا

تظهر على الألواح الفوتوغرافية كأنها سحب غير واضـحة المعـالم ، وتبعد عن بعضها البعض بملايين السنين الضوئية .

أول من رأى السديم اللولبى " لورد روس " وذلـك بنظارتـه الكبيرة التى قطر مرأتها ٧٢ بوصة ، ويعد سديم المرأة المسلسلة مـن أكبر السدم اللولبية ويمكن رؤيتها بالعين المجردة فى الليالى الصافية لم يكن القمر مضيئا ، ولون هذا النوع من السدم أبيض ، ونورها ضارب إلى الزرقة .

والسديم اللولبى قرص تحيط به أذرع معكوفة عليه ، أو دوائر تحيط به ، وله شأن كبيرفى علم الفلك ، كما سنرى فيما بعد ، إذ يظن أن النظام الشمسى كان سديما مثل هذا ، فانفصلت أجزاء منه تكونـت منها السيارات ، وبقيت بقيته فتكونت منها الشمس ، وهذا النوع غنـى بالغازات والأتربة التى تكون مركزه فى القرص ، وهذه المناطق هـى المسئولة عن تكون النجوم الجديدة .

والسديم الحلقى هو حلقة مفرغة فى وسطها نجم ، وعدد هـذا النوع قليل بالنسبة للسدم اللولبية ولا يمكن رؤية هذا الـسديم بـالعين المجردة لبعده الشاسع .

أما بالنسبة للسدم المستديرة فهى صغيرة جدًا إذا نظرت إليهـا بالتليسكوب يظهر ذلك كأحد الكواكب . ومن الممكـن رؤيـة الـسديم المستدير ، وهو يسير فى الفضاء متجه نحو الأرض بسرعة ٥٣ كيلو

متر تقريبا فى الثانية الواحدة ، فيقطع فى السنة أكثر من ١٦٠ مليــون من الكيلو مترات . فهل يا ترى قوام هذا السديم هو غــاز لطيــف لا خوف منه على الكائنات الحية على سطح الأرض . وكيف يتأتى للغاز أن يسير بهذه السرعة ويحافظ على قوامه ، أو أن الفضاء الذى يــسير فيه هذا النوع من السدم خال من كل مادة تعوق سيره . وكيفمــا كــان الأمر فإن العلم يؤكد أن النجوم – أى الشموس– تنبثق من السدم على أثر إنقباض وتجمد موادها .

وأول من بشر بذلك هو العالم الفلكى الفرنسى " لابلاس " الذى حدد طريقة انبثاق نظامنا الشمسى من سديم واحد أساسى .

وما أن بزغ فجر القرن العشرين حتى كان الفلكيون قد اكتشفوا ما يزيد على ١٥ ألف سديم ، وقد كان بعضها فى الحقيقة ســحبا مــن الغازات ، أما البعض الآخر ، فقد تبين بعد رصده من خلال تلسكوبات قديمة أن هناك نجوما بداخلها . وقد كانت تلك السدم فى الواقع عناقيــد من النجوم " أى المجرات " وقد لاحظ الفلكيون أن بعض النجوم فــى بعض تلك المجرات تهبط وتصعد فى درجة لمعانهــا بــشكل إيقــاعى منتظم . وفى عام ١٩٢٤م اكتشف الفلكى الأمريكى " إدوين هابل " أن هذه النجوم المتغيرة كانت نوعا من النجوم يطلــق عليــه " المتغيــر الملتهب " وكل المتغيرات الملتهبة المعروفة الأخرى ، لم تكن ســوى نجوم عملاقة فائقة وتزيد فى درجة لمعانها ١٠ آلاف مرة كانت تبــدو

صغيرة وخافته عند رؤيتها من الأرض ، والسر فى ذلك أننا نراها من مسافات هائلة .

والسدم غير المنتظمة ليس لها شكل قياسى مخصوص ، ومن أشهرها سديم الجبار ومركزه وسط سيف الجبار ، وهو يماثل سديم المرأة المسلسلة حجمًا ، ويظهر من خلال جهاز محلل الطيف بأنه غاز ملتهب .

وكيفما كان الشكل اللولبى الذى يتمثل فى سديم ما ، فهو – أى السديم – يأخذ على ما يظهر هذا من نقطة أساسية مركزية وهو يتبع فى مظاهره اللولبية تصاميم متشابهة فيبدو وأنه يمارس بمواده تحركًا دائريًا عامًا .

وتتميز تجمعات هذه المواد اللولبية بوجود نواه ، فى كل منها ، قوية البريق تتمركز فى تجميع المواد السديمية حولها ، بحيث تتكاثف مستقلة عن النواة الأساسية ، ويقوى تكاثفها فيساهم بالنتيجة بالتكوين الكوكبى خارج النواة الأم بسبب تكاثف وانقباض المواد اللولبية .

وتختلف الآراء بشأن كيفية تكوين مراكز تجمع المواد التى يسهل انقباضها ويساهم تكاثفها فى تكوين الكوكب . فبعض العلماء يقول إن انقباض تلك المواد فى مراكزها هو بسبب البرودة الناتجة عن مرور الزمان الطويل ، والبعض الآخر يرى أن تكوين مراكز تجمع

تلك المواد بسبب وجود كواكب مر عليها الزمان الطويل ، فأصبحت غير مشعة ، بينما داخلها لا يزال يعج بالمواد الملتهبة المصحوبة بالطاقات الهائلة ، وإلى اصطدام مثل هذه الكواكب بالسدم وانتشار حرارة قوية يسبب الاصطدام تحول المواد الداخلية إلى غازات تؤلف جوا يحيط بالسديم المصاب بالاصطدام ، ويحوى فى وسطه المواد غير الغازية التى تساعد فى تكوين كوكب جديد .

إذا كان ضوء السديم أبيض ، فإن مادته تكون باردة نسبيا ، وإذا كان ضوئه ضاربًا إلى الخضرة ، فتكون مادته عبارة عن غاز فقط وفيه آثار العنصر المسمى " كروميوم " وهو موجود أيضا فى أكليل الشمس ، وبذلك فعناصر السدم مثل عناصر الشموس والكواكب والأقمار ، وكذلك أطيافها المتدرجة من البسيط فى السدم إلى المركب فى الشموس والكواكب .

والسدم الحلزونية لا تزال موجودة فى نظم أخرى مثل الدرب الأكبر أبعد بكثير وأقطارها قريبة من قطر " أندروميدا " (المرأة المسلسلة)

والفرضية القديمة التى كان مفادها أن السدم الحلزونية هى أجرام صغيرة نسبيا موجوده فى مجرة درب التبانة ... وأخيرا تم إثبات أن هذه السدم هى مجرات مستقلة تشبه مجرتنا .

ولا يشك عالم فلكي واحد الآن في أن درب التبانة سيبدو صغير الحجم جدًا لعيني شخص يراقبه من على كوكب يدور حول أحد بلايين الشموس في سديم اندروميدا (المرأة المسلسلة) كما كان هذا السديم يبدو لعيوننا .

تطور السدم :

السدم السيارة مثلا ، وهي تبدو للمشاهد بشكل أقراص أو حلقات صغيرة باهتة لا تختلف كثيرًا عن أقراص الكواكب السيارة وحلقاتها – هذه السدم كالسدم المنتشرة غازية ، لكنها بالحقيقة ليست كواكب سيارة ولا سدما ، لذلك كان اسمها الشائع " السدم السيارة " غير مناسب أشهرها السديم الحلقي م٥٧ الذي اكتشف عام ١٧٧٩م وهو يتألف من نجم مركزي يحيط به غلاف غازي كروي الشكل في منتهى الرقة ، إذا نظر إليه بإمعان يرى على حافته من المادة المتوهجة أكثر مما يرى منها في الوسط . وهذا ما يجعله شبيها بالحلقة . يبلغ قطره سنه ضوئية واحدة تقريبًا . لكن الغاز المحيط به في غاية التخلخل ، وهو دون كثافة الهواء في مستوى البحر بملايين المجرات .

جميع السدم السيارة آخذة بالتمدد ، ومن الصعب أن يكون عمرها أكثر من عشرات الآلاف من السنين ، بناء على بعض التقديرات .

يعتقد أنه إذا كان الغلاف الغازى للسديم صادرًا عن نجم قديم لفظه ، ومن المعقول أن يحدث هذا ، فمادته لن تظل مشعة أكثر من ١٠٠ ألف سنة أو ما يقرب من ذلك . أخيرًا هناك سدم تمثل النتيجة النهائية للتطور النجمى ، سديم السرطان أشهر مثل لها معروف ، وهناك سدم غيره لكنها جميعا أقدم منه لذلك لا تبدو أشكالها واضحة ، وكل المشاهدات تشير إلى أن هذا السديم هو حطام متجدد أنفجر فى أزمنة ما قبل التاريخ . معدل تمدده الآن ١٢٠ كيلو متر فى الثانية ، هناك إذن تسلسل كامل فى تطور السدم يبدأ بالسدم التى ترافقها ولادة نجوم ، وينتهى بحطامات نجمية لمتجددات عظمى انفجرت فى الماضى السحيق .

وقبل أن نتعرض إلى لبنة جديدة من لبنات الكون ، وهى المجرات يلزمنا تحديد على وجه الدقة . معرفة كم تبعد عنا هذه اللبنات ؟

تعتمد أحدى طرق قياس المسافة إلى المجرات البعيدة على حقيقة أن أغلب المجرات تدور حول نفسها ، وكل المجرات تحتوى على سحب من غاز الهيدروجين ، وتبعث سحب الهيدروجين هذه موجات لاسلكية تبلغ أطوال موجاتها ٢١ سم ، وعندما تدور المجرة حول نفسها فإن الهيدروجين الموجود على الجانب الآخر بعيدا عنا . كيف أمكن للفلكيين – إذن – الاستفادة من هذا الأمر ؟ استخدم

الفلكيون تأثير " دوبلر " وحيث إن المجرة الدوارة تنتج تأثير " دوبلر " لأنها تنشر موجات الهيدروجين اللاسلكية التى طولهـا ٢١ سـم مـن كونها طولاً موجيًا مفردًا إلى حزمة عريضة من الأطوال الموجيـة ، وكلما أزداد عرض تلك الحزمة دل ذلك على أن المجرة تدور حول نفـسها بشكل أسرع ، وإذا عرف الفلكيون سرعة دوران المجرة حـول نفـسها ، فإنهم يصبحون قادرين على تحديد مدى ضخامتها ، فالمجرة البطيئـة فى دورانها حول نفسها كبيرة الحجم ، وكلما كبر الحجم دل ذلك علـى زيادة عدد نجومها ، كلما كانت أكثر لمعانًا . وبناء ذلك يوجد ما يربط بين مدى سرعة دوران المجرة حول نفسها ومقدار لمعانهـا . وعنـد مقارنة درجة اللمعان الفعلية لها مع درجة اللمعان التى تظهر بها عنـد رصدها من الأرض ، يستطيع الفلكيون تحديد بعدها عنا .

وللمجرات أشكال مختلفة منها البيضاوية ، والتى لـيس لهـا أذرع ، ومنها الحلزونية ذات الأذرع ، فقد يكـون لهـا ذراعـان أو ثلاث ، وربما أربع أذرع ، وإذا كانت المجرة الحلزونيـة ممطوطـة باتجاه الذراع قيل أنها قضيبية الشكل تتألف الأذرع من نجوم وغازات تنطلق من مركز المجرة ، ولهذا النوع من المجـرات شـكل قـرص منفوخ قليلاً عند مركزه . وهناك أيضا مجرات ذات أشكال أهليجية أو لولبية ، وهى إجمالاً ضخمة ، وبعض من المجـرات غيـر منـتظم وتكون عادة صغيرة ، مثل غيمتا مجلان (الكبرى والصغرى)

قد يجتمع عدد من المجرات فتتشكل مجموعة مجـــرات ، وإذا كانت مجرتنا " درب التبانة " سميت المجموعة ، بالمجموعة المحليـــة أو بمجموعتنا المجرية ، هذا ولقد أطلق هذا الاسم علـــى مجموعـــــة مـــن المجرات عددها ٣٠ ومن أهم عناصر هـــذه المجموعـــة هـــى مجرتنا ومجرة المرأة المسلسلة ، والبعد بينهما حوالى ٢٢ مليون ســـنة ضوئية ، والسنة الضوئية ٩,٤٦٥ ألف مليار كيلو متر .

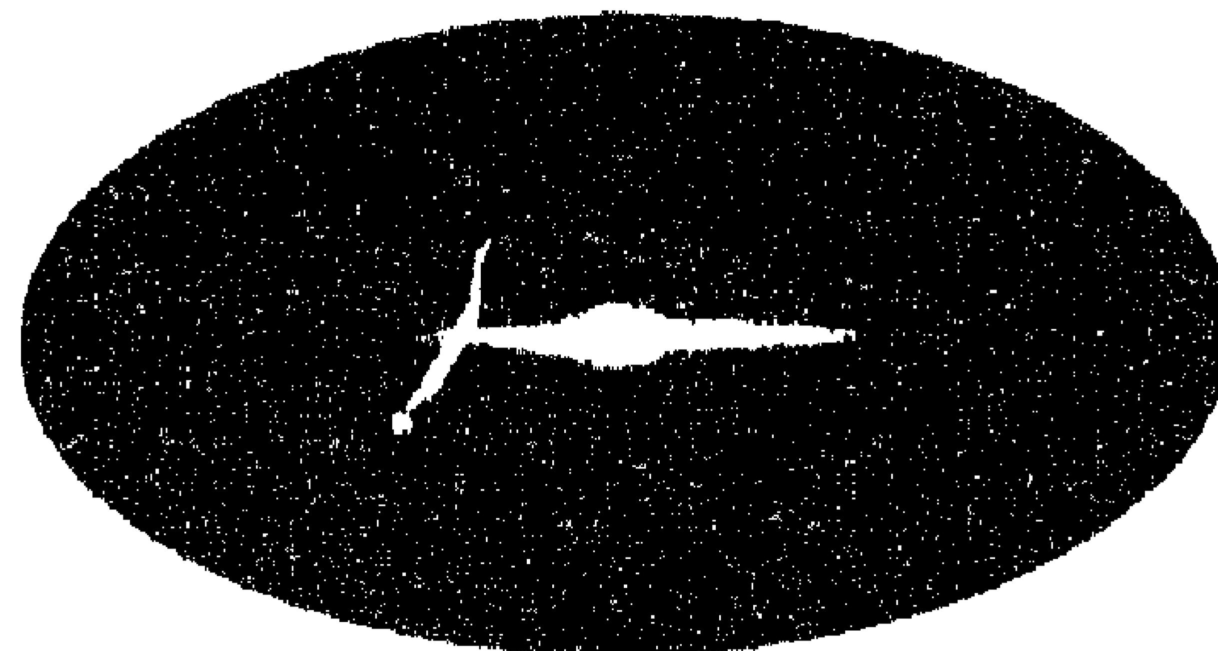
إذا كان عدد المجرات أكبر أطلق على التجمع " حشد مجرات " واختصارًا " حشد " حيث يمكن أن يبلغ عدد المجرات فـــى الحـــشود بضعة آلاف من المجرات تتمركز الحشود الكبيرة حول مجرة حلزونية عملاقة .

من أقرب حشود المجرات إلينا حشد العذراء ، وهو يتألف من مجرات معروفة ويبعد عنا ٦٥ مليون سنة ضوئية . وقد يتجمع عـــدد من الحشود معا فيتشكل ما يسمى " حشد فائق "

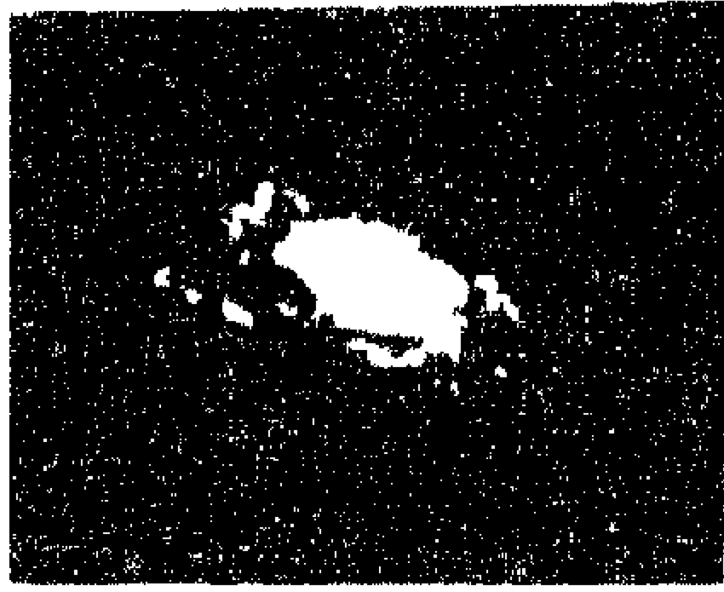
كان هناك دخان . تكاثف هذا الدخان " الغاز " تحت تأثير قوى الجاذبية إلى أن أنتهى هذا التكاثف إلـــى إمكانيـــة تـــشكل المجـــرات الموجودة حاليا فى الكون . إن البناء الظاهرى للكـــون يـــوحى بـــأن المادة – قبل أن تبرد – لم تكن موزعة بانتظام فى منطقة محددة ، بل أنها موزعة فى أرجاء كون متناه . ولم يكن لهذا مركز تسقط نحـــوه . لذلك تكاثفت فى عدد غير منته من التراكمات المبعثرة فى أرجاء هـــذا



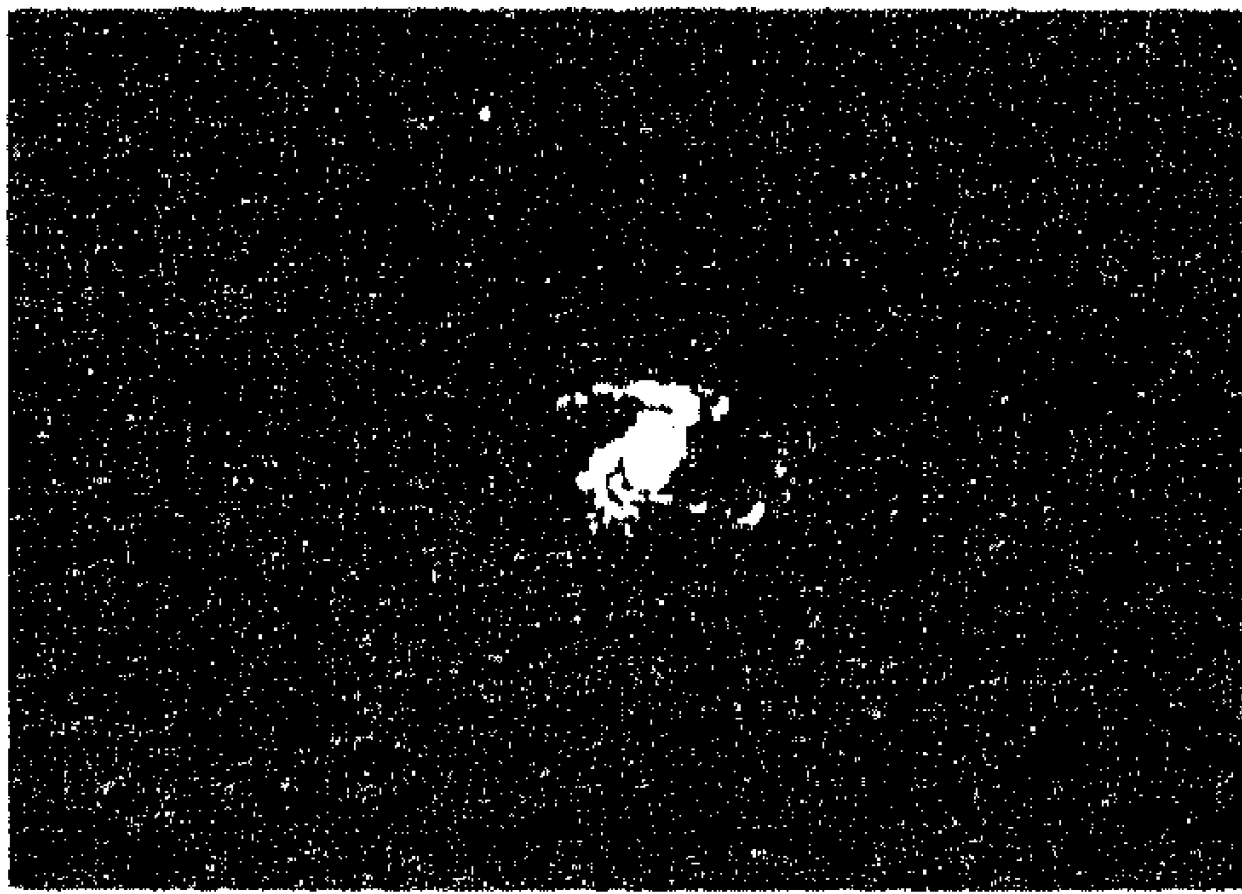
منظر امامي لمجرة قرصية الشكل ذات الاذرع. يفترض ان هذا هو شكل مجرتنا. تقع شمسنا على احد اذرعها وفي منتصف القرص الذي يبلغ عرضه ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية. طبعا بما اننا موجودون في المجرة فلا نستطيع تصويرها من الخارج.



منظر لمجرتنا من داخلها، وتبدو قرصية الشكل. من الواضح أنها منفوخة قليلاً عند مركزها



منظر لمجرة بيضاوية الشكل. تعرف هذه المجرة باسم NGC4414



مجرة بيضاوية ممطوطة بشدة بالصدفة تعرف باسم NGC3314؛ اذ يتراوح شكل المجرات البيضاوية بين الاكثر كروية (مثل المجرة M87 والأشد امتطاطاً كهذه المجرة.

الكون . ومن ثم استطاعت بعض المواقع من هذه التراكمات أن تبـــرد بشده قبل غيرها – وفقا لتاريخ تـــشكلها . فـــشكل أجـــسامها صـــلبة كالأرض والقمر . وبعضها مازال ملتهبًا كالشمس ، وبعـــضها الآخـــر أخذ حالة بين هاتين الحالتين ، فتشكل سديما غازيا – كما سوف نـــرى فيما بعد – ولقد أدى تجمع كل هذه الأجسام بتراكيب مختلفـــة تحـــت تأثير الجاذبى والمجرات قد تكون عاديـــة ، وقـــد تكـــون نـــشيطة ، والنشيطة على أنواع من أهمها : ما يظهر توليد كمية هائلة من الطاقة تتدفق من المنطقة المجاورة لنواتها (مركزها) عادة يشكل هذا النوع من المجرات مصدرًا عظيمًا للأمواج الراديوية ، وهى تبدى بنية حلقية معقدة تمتد ملايين السنين الضوئية ، وبعضها الآخـــر يمتلـــك قـــوى نشيطة . حيث لا ترى سوى نواة المجرة وليس المجـــرة الأساســـية . يدعى النوع الأخير من المجرات بـــ (الكوازار) بشكل عام تـــصدر المجرات النشيطة هذه الأشعة فى مجال الإشعاع الراديوى ، والأشـــعة فوق البنفسجية والأشعة السينية .

تنبسط المجرات وتمتد إلى الخارج بأعداد لا يمكـــن حـــصرها وكأنها لانهائية ، وكل هذه المجرات يشبه مدينة كونية عظيمـــة مـــن النجوم تتحرك فى أعماق الفضاء ، وأن أغلب هذه المجرات لها معالم متميزة ، وذلك بواسطة أجهزة الرصد الحديثة والحساسة ، مما ســـاعد الفلكيين على تصنيفها إما بيضاوية أو حلزونية الشكل ، وقد وجـــد أن

أكثر من ٦٠% من المجرات فى الكون هى بيضاوية الشكل ، وأغلبها صغيرة نسبيا ، أما المجرات الحلزونية مثل مجرتنا - درب التبانة - فلها قرص وفى منتصفه نواه وحولها هالة من النجوم ، ويتصل بها الذراعان مكونة بذلك الشكل الحلزونى أو اللولبى .

وضع الفلكى الأمريكى " ادوين هابل " ١٩٢٤م . نهاية للجدل الدائر حول بنية المجرات ، فأثبت إن المجرات ما هى إلا عوالم وأن هذه العوالم تتكون من مئات المليارات من النجوم ، وأن هذه النجوم تتشكل فى أشكال متباينة مع زمن التشكل ، فهناك مجرات مبكرة أو أولية ، وهناك مجرات متأخرة أو نهائية .

وبذلك استطاع هابل أن ينهى النظرية القديمة حول تشكيل المجرات من سدم من الغازات والغبار الكونى ووضع " هابل " تصنيفا للمجرات بحسب أشكالها المتعددة من الشكل البسيط : مجرات ذات شكل بيضى ، إلى الشكل المعقد مجرات حلزونية أو غير منتظمة . وارتكز هذا التصنيف على أشكال المجرات وفق التعاقب الزمنى الخاص من المجرات المبكرة ذات الشكل البيضى ، إلى المجرات المتأخرة ذات الشكل الحلزونى أو غير المنتظم إلا أن هذا التعاقب يعد معمولا به لأنه تبين أن الشكل الحلزوني أو غير المنتظم يمثل بداية حياة المجرة .

إن المجرات تستعين بالأذرع الحلزونيـــة لكـــي تـــدخل فـــي تفاعلات انصهار أو اندماج فيما بينها فتكتسب كتلـــة ، وتتركـــز تلـــك الكتلة معطية البصلات التى تزداد شيئا فشيئا فى الجسم . وبذلك تشكل المجرات المبكرة ذات الشكل البيضي أو الاهليجى . تختفى المجـــرات الحلزونية نتيجة الانصهار أو الاندماج ، ويحل محلهـــا مجـــرات ذات شكل بيضى ، ولكن وبسبب عدم الاستقرار فى قـــوة الجاذبيـــة ، فقـــد توجد هناك بعض بنيات مجرية يمكنها أن تتطور بشكل آنـــى . وقـــوة الجاذبية هى القوة التى تحرص علـــى تماسـك المجـــرة وأن النجـــوم المكونة لها تتجاذب فيما بينها ، وأن السرعات النسبية لهـــذه النجـــوم تمنعها من أن تتجمع فى نقطة واحدة ، إلا أن هذه السرعات ليـــست بقـــدر كبير يكفى حتى لا تتجمع توضعات محلية علـــى هيئـــة أذرع حلزونيـــة . وتوافق تلك الأذرع مناطق ترسيب عدم الاستقرار فى قوة الجاذبية .

تعتبر البنية الحلزونية للمجرة هى البنية الأكثر شيوعا بين بنية اللبنات المجرية إذ تشكل ثلثى المجرات فى فضاء الكـــون ، ويعـــزى ذلك إلى توازن قوتى الطرد والجذب خلال دوران المجرة الحلزونيـــة إلا أن الدوران لا يحدث فى القرص الصلب ، كما يحدث فى المجـــرة إذ يدور مركز المجرة بسرعة أكبر من طرفها . إذ تنجز نجمة بالقرب من مركز المجرة دورتها فى بضع ملايين من السنوات ، بينما تكمـــل دورتها بالقرب من طرف المجرة خلال ما يقرب من مليار سنة .

إن اختلاف سرعة النجم بين مركز المجرة ومحيطها ما كــان ليفسر إلا فى عــام ١٩٦٠م إذ تمكــن كــل مــن " شــيا- شــيو " و " فرانك شو " من تعريف العزم الحركى لمجرة ما علـــى أنـــه جـــراء السرعة الزاوية بعزم الخمول . وأن المجرات الحلزونية هـــى أمـــواج ذات كثافة فى حالة الدوران بسرعة زاوية ثابتة من المركـــز وحتـــى حافة المجرة . وأن نجوم القرص المجـــرى تجتـــاز الموجـــة بـــشكل دورى ، وأن هذه النجوم تدور بسرعة أكبر من الموجة فـــى المركـــز وبسرعة أقل من طرف المجرة من جهة أخرى . إن موجه اصـــطدام غاز ما بين النجوم بذراع حلزونى يفتح المجال لتشكل النجوم الأكثـــر كتلة ، وبالتالى الأكثر تألقا . إلا أن حياتها تنتهى بمرحلة عبور الذراع الحلزونى وتقدر هذه الحياة بنحو ١٠ ملايين سنة ، وهذا مـــا يجعـــل الأذرع الحلزونية أكثر تألقا وصفاء من بقية القرص المجرى .

تدور المجرة بفعل قوة الجاذبية ، وينتج عـــن هـــذا الـــدوران تركيز الكتلة الكلية فى المركز ، وبالتالى فإن المركـــز ســـوف يـــدور بسرعة أكبر ويعزى ذلك إلى تزايد قوة شد الجاذبية نتيجة تزايد الكتلة التى تستجيب لدوران أسرع ، وهنا تعادل القوة الطاردة القوة الجاذبة ، وهذا ما يفسر انتشار المجرات الحلزونية على حـــساب غيرهـــا مـــن المجرات .

المجرات هى وحدات الكون العظمى ، وهى الجــزر الكونيـــة التى تنتشر فى أجزاء متفرقة من الفضاء الكونى . والمجرة عبارة عن تجمعات نجميه تحتوى على بلايين النجوم والسدم والكواكب والأقمـــار والمذنبات والنيازك والشهب والغبار الكونى والغاز الكونى ، ويتخللهـــا مجالات مغناطيسية وكهربية وتربطها الجاذبية فتجعلها وحـــدة هائلـــة متماسكة ، والمجرة هى مكان مولد النجــوم ومقابرهـــا ويقـــدر عـــدد المجرات فى الكون بأكثر من ٢٠٠ بليون مجرة .

والمجرة تدور حول نفسها ، وكأنها طاحونة أو دوامة فى ماء وبدوران المجرة تدور النجوم . وشكل المجرة يوحى فعـــلا بـــدورانها حول نفسها ، ولقد تأكد العلماء من دوران المجرة باســـتخدام ظـــاهرة دوبلر التى سوف نقدم تفسيرًا لها فى باب لاحق فـــى هـــذا الكتـــاب . وتبين أن المجرة لا تدور كجسم متماسك ، فلكل نجم دورته الخاصـــة حول مركز المجرة ، فالشمس مثلا فى مجرة سكة التبانة تكمل دورتها فى ٢٥٠ مليون سنة أرضية حول مركز المجرة ، وبـــسرعة مداريـــة قدرها ٢٥٠ كيلو مترا فى الثانية ، وبعض السحب الباردة فى المجـــرة تحتوى على جزيئات بخار الماء والأمونيا وأول أكسيد الكربـــون وأول أكسيد السليكون والفورمالدهيد ، وهذا ما يثير احتمالات على الحياة فى كواكب أخرى لنجوم أخرى .

ولقد وجد أن مجرتنا تنتمى لمجموعة من المجرات تدعى المجموعة المحلية ، وتتكون من ١٨ مجرة أكبرها مجرة " سديم المرأة المسلسلة " والتى قطرها ٣٠ ألف سنة ضوئية ، وتحتوى على ٣٠٠ بليون نجما ، وتبعد عنا حوالى ٢ مليون سنة ضوئية . تدعى مجرتنا " درب التبانة و" درب اللبانة " و " الدرب اللبنى " وليست الشمس بالمقابلة مع تلك الأجرام مضيئة أو خافتة فوق العادة .

لا شك فى أن الشمس أقدم من الأرض ولا يقل عمرها عن ٥ بلايين سنة . ومن المفترض أن تكون المجرة أقدم من ذلك بكثير . مع أننا لا نعرف شيئا واضحا عن تاريخها الباكر .

كثيرًا من نجوم المجرة ينتمى إلى أنظمة ثنائية وما يفتن الألباب تصور كوكب تنيره شمسان قد تكونان من لونين مختلفين أحدهما أصفر ، والآخر أزرق ، فتحدثان معا أثرًا لونيا غريبًا ورائعًا . هناك أيضا نجوم متغيرة بعضها منتظم تماما وبعضها الآخر عنيف الانفجار ، من الصعب تصور نجم متغير يلازمه كوكب عليه حياة لأن التقلبات القصوى فى المناخ تكون مميتة وتقضى على الأخضر واليابس . كما أنها تعتبر غير مواتية أو مناسبة للحياة . مهما يكن من أمر فأكثر النجوم المتغيرة المتقدمة فى تطورها بحيث إن الحياة على أى من كواكبها الباقية لابد أن تكون قد تلاشت منذ زمن سحيق .

لمجرة درب التبانة منظر مشع مهيب في صفاء السماء الليلية . لا يتمتع به سكان المدن لسوء الحظ ، لأن بريق أضواء الشوارع الكبرى يطمس وميضه الرقيق . من أوائل من وصف المجرة وأفضلهم " بطليموس " الاسكندرى حوالى ١٥٠ ق . م وهو آخر علماء كبار الفلك حتى جاليليو .

ليس بإمكاننا مطلقا رؤية مركز مجرتنا لأن المادة المنبعثة من بين النجوم تحجبه عنا ، لكن معلوماتنا الحاضرة عنه مشتقة من علم الفلك الإشعاعى الذى يسمح لنا بتحديد موقعه ، فهو واقع وراء السحب الرائعة من النجوم فى كوكبه الرامى ، حيث تكتظ بنوع خاص من نجوم المجرة .

قام " هارلو شيلى " (١٨٨٥- ١٩٧٢م) فى أمريكا بقياس حجم مجرتنا انطلاقا من دراساته حول النجوم المتغيرة فى العناقيد الكرية . وقد بين أيضا أن الشمس ومعها الأرض وجميع أعضاء النظام الشمسى الأخرى تقع بعيدًا جدًا عن المركز - التقديرات الحديثة لبعد الشمس عن مركز المجرة هو ٣٢ ألف سنة ضوئية .

إن مجرتنا هى مجرة لولبية - رغم أن شكلها اللولبى لا يظهر لنا بسبب وجود الأرض فى داخلها - وقام " هندريك فان دى هوست " (١٩١٨م) فى هولندا بحسابات تدل على أن سحب الهيدروجين البارد الموزعة فى مجرتنا لابد أن تشع على موجة طولها ٢١ سم ثم جاء

" أ . يورسل " و " هـ . ألونين " في عام ١٩٥١م وأثبتا أن هذا ما هو حاصل فعلا . عندئذ حسبت مواقع هذه السحب الهيدروجينية وتحركاتها ، فظهر من شكل تلك المواقع بدون مجال للشك أن لمجرتنا بنية لولبية .

إن لمجرتنا أو " درب التبانة " هي كما يتضح لنا عضو واحد في مجموعة صغيرة نسبيا من المجرات تضم في عضويتها ثلاثة حلزونات بما في ذلك حلزوننا وسديم أندروميدا (المرأة المسلسلة) وست مجرات بيضية ، وأربعة سدم شاذة الشكل (بما في ذلك السحابتان الماجليتان)

ومع ذلك فيما عدا هذه التجمعات ، فإن المجرات كما نرى باستخدام تلسكوب مرصد " بالومار " (٢٠٠ بوصة) تتوزع في نظام متجانس نوعا ما في الفضاء حتى مسافة $١٠^{٩}$ سنة ضوئية . ويعتبر متوسط المسافة بين مجرتين متجاورتين حوالى ٥ ملايين سنة ضوئية ، كما أن آفاق الكون المرئية تحتوى على عدة ملايين من العوالم النجمية المنفصلة !

كان من المعتقد في الماضي أن مجرتنا هذه ضخمة فوق العادة إلا أن هذا الوهم قد تلاشى أيضا . صحيح أن حجمها فوق المعدل ، لكن من الأكيد أن هناك أنظمة أخرى معروفة تفوقها حجما ، منها كوكبه المرأة المسلسلة م٣١

تستعمل اليوم لفظة المجرة للدلالة على النظام النجمي الذي ينتمي إليه . أما تسمية بطليموس " درب اللبانة " أو تسميتنا العربية العامة " درب التبانة " فهي للدلالة على مظهر هذا النظام الخارجي المضيء في الفضاء ، هذا المنظر بالغ في الجمال وهو غني بالنجوم المرصعة له . ولا سيما في بعض المناطق كمنطقة الدجاجة ، ومنطقة العقرب ، وكذلك منطقة الرامي .

وعموما فالمجرات التي تنتشر في الكون بشكل غير منتظم ، فمنها ما يظهر مع بعضها كمجموعة مكونة حشدا من المجرات ، وعلي كل حال ، فأغلب المجرات التي تم رصدها هي أعضاء في حشود مجرية .

إن المادة الكونية الموجودة في المجرات الأخرى – المجرات الخارجية – يوجد فيها كثير من الجزيئات العضوية والمعقدة جدًا في بعض المناطق ، وهكذا أكتشف العلماء الألمان في عام ١٩٨٦م مادة عضوية معقدة في نواة المذنب " هالي " وهكذا ركز علماء البيولوجيا الكونية اهتمامهم لدى البحث في مكان أو أماكن نشأة الحياة التي تتوفر فيها الظروف الطبيعية لنشوء الحياة من حرارة ومواد غازية إضافة إلى ذلك فإن وجود الماء ، هو أيضا شرط مهم لنشوء الحياة ، وهذه الشروط كانت متوافرة قبل نحو ٥ مليارات سنة على سطح الأرض :

" وجعلنا من الماء كل شيء حي " صدق الله العظيم

مراحل تشكل المجرات الحلزونية

قد نختلف فى قدم الكون ، والسؤال الذى يتبادر إلـــى الـــذهن الآن هل عمر الأرض من عمر الكون ؟ والآن هذا العمر يقدر بنحـــو ٤,٦ مليار سنة إلا أن الاختلاف لن يتوقف عند عمر الكون ، بل يمتد إلى ماهية مكونات الكون من مجرات ، وهل المجــرات مــن شــكل واحد ، أم من عدة أشكال ، وهل الشكل البيضى هو الأقدم ، أم الشكل الحلزونى هو الأحدث ، وهل يمكن للأشكال أن تتطور باتجاه واحـــد ، أم فى عدة اتجاهات محكومة بعزوم حركية وخاملة وبقـــوى تنافريـــة وجذابة . وأن محصلة هذه العزوم ، وتلـــك القـــوى تـــصب لـــصالح المجرات الحلزونية أكثر من غيرها . فإن كانت المجرات الحلزونيـــة تشكل ثلثى مجرات الكون ، فهل يفسر ذلك بحداثة الكون أم بقدمـــه . أم أنه يفسر بعالم ليس فيه قديم ولا حديث ، بل هو كـــون لا يحتـــاج إلى تعريف .

إن الكون فى حالـــة تطـــور مـــستمر . فـــالمجرات الحديثـــة " حلزونية " تصبح قديمة بيضيه بالانصهار أو بالاندماج ، ولا يمكـــن أن نسقط دور الأذرع الحلزونية فى ترحيل العزم الحركى من مركـــز المجرة إلى حافتها . ويصحب ذلك تقليل من سرعة مكونـــات مركـــز المجرة وتسريع من سرعة مكونات حواف المجرة ، يعزى ذلك إلـــى التفاف الأذرع الحلزونية فى اتجاه مخـــالف لاتجـــاه دوران القـــرص

المجرى . وأن الأذرع الحلزونية التى تتشكل على طرفى قرص المجرة ، هى الأكثر فعالية فى جعل العزم الحركى محتفظًا بقوته . وأن قوة الجاذبية تصبح شفافة إذا بقى قرص المجرة فى حالة تناظر محورى مع المسارات الدائرية . ولا يمكن إغفال دور الأذرع الحلزونية فى نشأة السواعد المستعرضة فى مركز المجرات الحلزونية . إذ تشكل المجرات الحلزونية ذات السواعد ثلثى المجرات الحلزونية الطبيعية .

إن ظاهرة عدم استقرارية الأذرع الحلزونية هى التى تجعل السواعد المستعرضة تظهر وتختفى عدة مرات خلال حياة المجرة الحلزونية ، وأن المجرة الأخيرة ذات الساعد تتشكل بدءًا من مجرة يشترك فى تكوينها الغاز والنجوم ، ويلعب الغاز دورًا رئيسيًا فى تبديد الطاقة المكتسبة من عدم استقرارية الأذرع الحلزونية ، وهذا ما يجعل المجرة محرومة من الغاز ، فعدم الاستقرار يزيد من تثبيت السرعات ويساهم فى استقرارية الوسط ، أى أن المجرة التى تملك غازًا فى تكوينها هى مجرة شابة وحيَة ، وفى حالة استنفاد الغاز تشيخ النجوم ولا تشارك فى ظاهرة عدم استقرارية الأذرع الحلزونية بشكل منتظم ، كما هو الحال فى المجرات العدسية أو الباكورية .

عجائب المجرات :

قد تلتقى مجرة بجارتها ، ولا يكون اللقاء بفقد المجرة لسرعتها . بل يكون الفرق فى السرعة بين مجرة وجارتها كبير ،

فيحصل انفصال القرص المركزى عن القرص الخـــارجى ؟ وتتطــور أمواج القرصين بشكل منفصل ، إذ تدور الموجة المركزيـــة بــسرعة تفوق سرعة الموجة الخارجية بنحو ٣- ١٠ مرات .

إن تشكل الساعد المستعرض الصغير على حـساب الــساعد الأولى والكبير يكون مصحوبا بفقد الأخير لقوته ، وفقـد كثيــر مــن نجومه التى لم تعد تساهم فى حركته بل تساهم فـــى حركـــة الــساعد الصغير ، وقد لا يحصل ذلك إذا ما استقبلت المجرة كمية كبيرة مــن غاز الوسط المحيط . إذ تكون المجرات المتأخرة محاطـــة بمــستودع للغاز حينئذ يعوم القرص الخارجى ، وتتطور عدم اســتقرارية الأذرع الحلزونية ويتشكل ساعد مستعرض جديد . وبذلك يمكن للمجــرات أن تقوم بتطوير ٣ أو ٤ سواعد مستعرضة فى ١٠ مليارات ســنة ، وأن تعاقب السواعد المستعرضة والأذرع الحلزونية المرافقة لها هو الــذى يسمح بتركيز الكتلة فى المركز أولاً ، وتتبع النشأة الوراثية للمجــرات وفق " أدوين هابل "

إن أهم ما يميز المجرات الحلزونية ذات الساعد ظهور حلقات مضيئة ، وترتبط هذه الحلقــات المــضيئة ارتباطًــا وثيقًـــا بالــساعد المستعرض . وتوجد هذه الحلقات على أبعاد لها علاقة ثابتة مع طــول الساعد المستعرض ، فإما أن تكون داخل الساعد أو حوله أو فى حافة القرص الضوئى للمجرات ، ويفسر علماء الفلك تلك الحلقـــات بأنهـــا

الرنين ، أو الصدى بين غاز القرص المجرى ، والساعد المستعرض ، وتشكل هذه الحلقات مواقع تشكل النجوم . وهذا مــا يجعــل الحلقــات تظهر بشكل مضىء جدًا .

يخطىء من يعتقد أن الكون فى حالــة ســكون ، وأن الحالــة الساكنة ثابتة ، بل هو فى حالة متحركة ، وأن الحركة فيه تنـــتج عــن تبديل دائم ، فى نسب وأعداد مختلف نماذج مجــرات الكــون خــلال الأزمنة الكونية المختلفة .

إن الضغط الناتج عن النجوم المكونة لمجرة ما ، يختلف عــن ضغط الغاز إذ يعتبر الأخير متساوى الخواص ، فقد يكون الضغط في اتجاه أكبر منه فى بقية الاتجاهات . فينتج عن ذلك تشكل المجرة ذات الشكل البيضى .

وتتميز بنية تلك المجرة بالتعقيد ، إذ تعتبــر نظامًــا مــسطحًا ومتطاولاً مثل السيجار وأهليجى بدون تناظر محورى إذ يملك ثــلاث محاور مختلفة ، كما أن الحالة الحركية لنجوم المجرة البيضية الــشكل واضطرابها العشوائى وضعف دورانها ، هو نتيجة لعملية انــصهار أو اندماج المجرت الحلزونية ، مع الحفاظ على العزم الحركى الكلى .

يسمح التنوع الشكلى للمجرات فى هذا الكون المتسع من تتبــع تطورها وفق تصنيف " هابل " وبقدر ما تكون المجرات كتلتها يكــون تطورها سريعًا ، ولهذا السبب فإن المجموعات المجرية تحوى علــى

كمية قليلة جدا من المجرات الحلزونية قليلة التطور ، وكثير من المجرات الحلزونية الباكورية أو المجرات بيضية الشكل الأكثر تطورا ، وهذا ما يجعل الإنسان متأكد من أن التنوع الشكلى للمجرات قد تطور خلال الأزمنة الكونية ، كما أن العدد الكلى لهذه المجرات قد تطور وبشكل أكبر فى الزمن الماضى ، وتتكامل هذه الأفكار فى النظرية الكونية ، حيث الوحدات البنيوية الكبيرة للكون تتشكل بظاهرة الانصهار أو الاندماج المتعاقب لوحدات بنيوية صغيرة حجمًا .

النجوم :

إن أقرب النجوم إلينا بعيد جدًا إلى درجة أن أبعد نقاط الملاحظة المتاحة لنا (على جانبى الكرة الأرضية) لا تظهر فيها أى إزاحة مكانية ملحوظة بالنسبة إلى الخلفية النجمية عمومًا . ولكن رغم ذلك لا يزال هناك حل ، فإذا كنا قد استخدمنا الأبعاد الأرضية لقياس حجم مدار الأرض حول الشمس ، فلم لا نستخدم هذا المدار لتقدير المسافة إلى النجوم ؟ وبعبارة أخرى ألا يمكن ملاحظة الإزاحة المكانية نسبيًا (لبعض النجوم على الأقل) عن طريق النظر إليها من نهايتى مدار الأرض . وهذا يعنى أن علينا الانتظار مدة نصف عام كفترة بينية بين الملاحظتين ، ولكن لما لا ؟

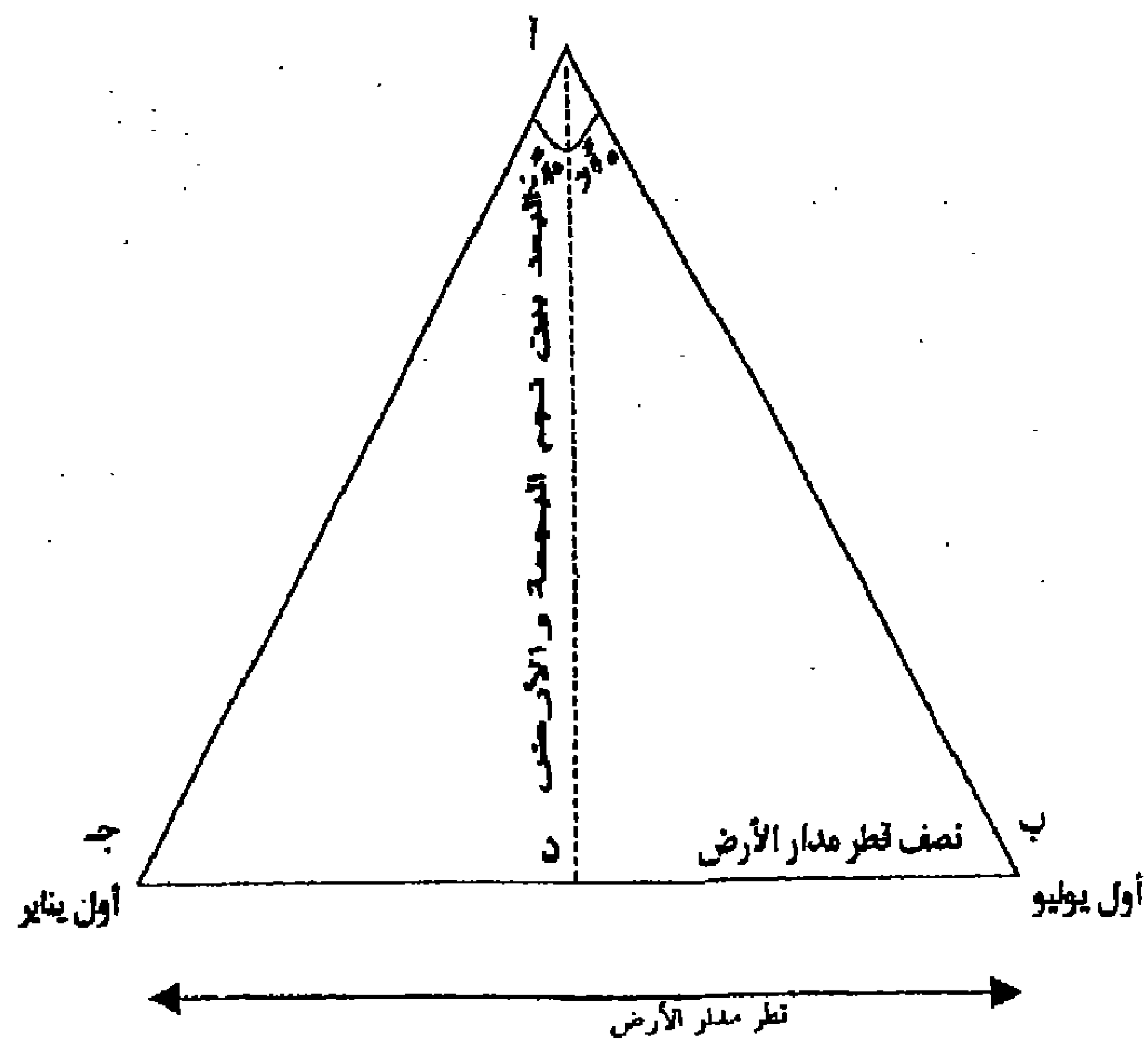
لقد بدأ الفلكى الألمانى " بسل " فى مقارنة المواقع النسبية للنجوم عام ١٨٣٨م اعتمادًا على هذه الفكرة . وفى البداية كان حظه

سيئا ؛ فقد كانت النجوم التى اختارها بعيدة جدا بحيث لـــم يلحـــظ أى إزاحة مكانية حتى باستخدام مدار الأرض كقاعدة بصرية ، والانتظار لمدة نصف عام بين الملاحظتين ، ولكن عجبـــا هـــا هـــو ذا الـــنجم المعروف فى القائمة الفلكية باسم الدجاجة ٦١ (النجم الـــ ٦١) فـــى ترتيب النجوم الخافتة الضوء فى كوكبه البجعة (وهى كوكبة تقع فـــى النصف الشمالى من الكرة السماوية) والذى اختلف مكانه قلـــيلا بعـــد نصف عام من الملاحظة الأولى .

وبعد ذلك بنصف عام عاد النجم إلى موقعه القديم ، فالأمر إذن مرده إلى الإزاحة المكانية (أو اختلاف الوضع) وبذلك كان " بـــسل " أول من يتخطى حدود النظام الشمسى ، وينطلق إلى الفضاء النجمـــى متقدما على كثير من معاصريه ، وقد كانت الإزاحة الملاحظة للدجاجة ٦١ ضئيلة جدًا فى الواقع لم تزد عن ٠,٣ ثانية قوسيه ، وهى الزاوية التى يمكن بها أن ترى رجلا على بعد ٥٠٠ ميل ، إذا كانت لك القدرة على الرؤية على هذا البعد أساسًا . ولكن الأجهزة الفلكية دقيقة جـــدًا ، ويمكن قياس حتى هذه الزاوية بدرجة عالية مـــن الدقـــة . وباســـتخدام الإزاحة الملاحظة ، وقطر مدار الأرض المعروف اهتدى " بسل " إلى أن هذا الكوكب يبعد مسافة $١,٠٣ \times ١٠^{١٤}$ كيلو متر ، أى أبعـــد مـــن الشمس بـــ ٦٩٠٠٠٠ ألف مرة .

ومن المتعارف عليه فى الفلك أن نتحدث عن المسافات البعيدة جدا بالفترة التى يمكن للضوء أن يقطعها فيها (سرعة الضوء ٣٠٠ ألف كليو متر فى الثانية) ويحتاج الضوء إلى ٧/١ ثانية للدوران حول الأرض ، وأزيد قليلا من ثانية واحدة ليصل إلى الأرض آتيا من القمر ، وحوالى ٨,٥ دقيقة حتى يقطع المسافة إلينا من الشمس . أما النجم " دجاجة ٦١ " وهو أحد أقرب جيراننا فى الكون ، فإن الضوء يصل إلينا منه فى ١١ عاما تقريبا ، فإذا حدث وانطفأ هذا الضوء نتيجة لتأثر كارثة كونية ما ، أو انفجر النجم فجأة (وهو أمر كثيرا ما يحدث للنجوم) فسوف يكون علينا أن ننتظر أحد عشر عاما ، حتى يصل إلينا بريق الانفجار ، نبأ اندثار هذا النجم ، حيث يختفى بعد ذلك من سمائنا . وقد حسب " بسل " من تلك المسافة التى قدرها أن هذا النجم الذى يظهر للعين أشبه بنقطة لامعة تتلألأ فى السماء ، ومن ورائه خلفية سوداء هى السماء فى فترة الليل ، هو فى الحقيقة نجم لامع أصغر من الشمس فى الحجم بنسبة ٣٠% لا غير .

وبعد اكتشاف " بسل " حدث العديد من قياسات الإزاحة المكانية للنجوم ، والقليل منها كان أقرب إلينا من (دجاجة ٦١) كما كان أقربها إلينا ألفا قنطورس (أكثر النجوم لمعانا فى كوكبه الجبار) حيث لا يبعد أكثر من ٤,٣ سنة ضوئية . وهو قريب جدا من شمسنا فى الحجم واللمعان ، وأغلب النجوم أبعد بكثير من ذلك ، إلى درجة



(أ) نجم الدجاجة ٦١

٠,١٥'' = ٠,٠٠٠٠٤١٦٦°

بما أن ظا = (نصف قطر مدار الأرض) / (البعد بين النجم و الأرض) = ظا ٤,١٦٦×١٠^-٥ = ٧,٢٧٢٢×١٠^-٧

البعد بين النجم و الأرض = (نصف قطر مدار الأرض) / (٧,٢٧٢٢×١٠^-٧) = ١,٠٣١٣٢×١٠^١٤ كم

علما بان نصف قطر مدار الأرض = ٧٥٠٠٠٠٠٠ كم

أنه حتى قطر مدار الأرض يصبح أقصر بكثير من أن يصلح كقاعدة بصرية لقياس بعدها .

وقد وجد أيضا أن النجوم تتباين كثيرا فى أحجامها وشدة إضاءتها من نجوم عملاقة شديدة اللمعان مثل منكب الجوزاء (على بعد ٣٠٠ سنة ضوئية) ويبلغ حجمه ضعف حجم الشمس ٤٠٠ مرة ، وهو أشد لمعانا منها بـ ٣٦٠٠ مرة إلى نجوم باهتة متقزمة مثل نجم " فان ماتن " (على بعد ١٣ سنة ضوئية ، وهو أصغر حجما من أرضنا وقطره يساوى ٧٥% من قطر الأرض) وضوؤه أضعف من ضوء الشمس بـ ١٠٠٠٠ مرة .

والآن نأتى إلى مشكلة هامة ، وهى عدد النجوم ، وهناك اعتقاد شائع ربما كان اعتقادك أيضا . وهو استحالة عد النجوم ، ومع ذلك فإن هذا الاعتقاد خاطىء تماما مثله مثل الكثير من الاعتقادات الشائعة ، وذلك على الأقل بالنسبة للنجوم التى يمكن رؤيتها بالعين المجردة فى نصفى الكرة الأرضية ، يتراوح بين ٦٠٠٠ و ٧٠٠٠ نجم ، فقط وحيث إن القدرة على رؤية النجوم القريبة من الأفق تتأثر كثيرًا بالامتصاص الجوى ، فإن عدد النجوم التى يمكن رؤيتها بالعين المجردة عادة لا يزيد على ٢٠٠٠ نجم ، ولذا فإذا حاولت أن تعدها بهمة بمعدل نجم فى الثانية مثلا ، فلابد وأن تنهى منها فى حوالى نصف ساعة .

وإذا استخدمت نظارة الميدان تستطيع أن ترى ٥٠٠٠٠ نجم جديد ، ويمكنك أيضا الاستعانة بتلسكوب نصف بوصة أن ترى ٥٠ مليون نجم زيادة على ذلك . أما إذا استخدمت تلسكوب مرصد جبل " ولسون " الشهير " ١٠٠ بوصة " فى كاليفورنا ، فسوف تصبح قادرا على رؤية حوالى نصف بليون نجم - ويحتاج الفلكيون فى عدها - بمعدل نجم فى الثانية كل يوم من الغسق إلى الفجر - إلى قرن تقريبا قبل الانتهاء من عدها ، ولكن أحدًا لم يحاول ذلك طبعا ولا حتى أقل منه . ويمكن حساب العدد الكلى للنجوم بحصر النجوم المرئية فعلا فى عدد من المساحات الواقعة فى أماكن مختلفة من السماء ، ثم حساب المتوسط وضربه فى المساحة الكلية .

ومنذ ما يزيد على قرن مضى ، وبينما كان الفلكى البريطانى الشهير " وليام هرشل " يراقب الفضاء النجمى باستخدام تلسكوبه الذى صنعه بنفسه ، فوجىء بأن أغلب النجوم التى تكون عادة غير ظاهرة للعين المجردة تظهر داخل حزام باهت يمر بعرض السماء ليلا ويعرف " بدرب التبانة " وله أساسًا يرجع الفضل فى اعتراف علم الفلك بأن " درب التبانة " ليس مجرد حزام سديمى عادى و شريطا من السحب الغازية التى تنتشر بعرض الفضاء ولكنه يتألف فى الحقيقة من عدد من النجوم البعيدة جدا ، ومن ثم فإنها تكون باهتة لدرجة أن عيوننا لا تتمكن من التعرف عليها منفصلة عن بعضها .

ومن الزيادة المستمرة فى قوة التلسكوبات المستخدمة زاد عدد النجوم التى أصبح بإمكاننا أن نراها فى درب التبانة كوحدات منفصلة ، ولكن السواد الأعظم منها لا يزال مختفيا فى صورة خلفية ضبابية . ومع ذلك فمن الخطأ أن نعتقد أن النجوم موزعة فى درب التبانة بدرجة أكبر كثافة منها فى أى جزء آخر من السماء . والواقع أن العبرة فى مظهرها هذا ليست فى كثافة التوزيع النجمى لها ، لكن فى عمق هذا التوزيع وهو ما يجعل من الممكن لنا رؤية ما يشبه عددا من النجوم أكبر من هذا العدد فى أى مكان آخر من السماء وتنتشر النجوم على مرمى البصر (مع الاستعانة بالتلسكوب) فى اتجاه درب التبانة بينما فى أى اتجاه آخر لا يمتد وجود النجوم المرئية إلى ما لا نهاية ، ولكننا نرى بعض هذه النجوم فضاء خالية تقريبا .

تدور جميع النجوم بما فى ذلك شمسنا فى مدارات عملاقة حول مركز النظام المجرى ، فكيف يمكن إثبات ذلك ، وما طول أنصاف أقطار هذه المدارات النجمية ، وكم تستغرق فى إتمام دورة كاملة ؟ لقد أجاب على هذه الأسئلة كلها منذ عدة عقود العالم الفلكى الهولندى " أورت " الذى طبق ملاحظات عن درب التبانة شبيهة للغاية بملاحظات " كوبر نيكوس " على النظام الكوكبى .

وبفضل القياس الدقيق لظاهرة " أورت " للحركة النجمية نستطيع الآن أن نقيس أفلاك النجوم وتحديد مدة الدوران ، وباستخدام

هذا الأسلوب في الحساب اكتشفنا أن قطر الفلك الشمسى الـذى يوجـد مركزه فى كوكبه القوس هو ٣٠٠٠٠ سنة ضوئية ، أى ثلثا قطر الفلك الخارجى للمجموعة المجرية بأكملها ، ويقدر الوقـت الـذى تحتاجـه الشمس لتقطع دورة كاملة حول مركز المجرة فى ٢٠٠ مليـون عـام تقريبا ، وأنها لفترة طويلة بالطبع ، ولكن إذا علمنا أن نظامنا النجمـى عمره حوالى ٥ x ١٠ ^٩^ عام نجد أن الـشمس وعائلتهـا قـد أتمـت ٢٠ دورة كاملة أثناء هذه الفترة ، وإذا كنا نطلق على فتـرة الـدورة النجمية اسم " السنة الشمسية " قياسا على مصطلح الـسنة الأرضـية نستطيع أن نقول إن عمر الكون لا يزيد عن ٢٠عاما ! فالأحداث تمر ببطء فى عالم النجوم ، ولذا فإن السنة الشمسية تعتبر وحـدة ملائمـة لقياس الزمن فى تاريخ الكون !

وهناك العديد من النجوم فى السماء ، وفى حـين أن بعـضها متوهج باستمرار فإن البعض الآخر يتأرجح دائما فى قوة إضاءته بين اللمعان والانطفاء والعكس فى دورات فضائية منتظمة . إن الأجـسام العملاقة لهذه النجوم تنبض بشكل منتظم مثل ضربات القلـب ، ومـع هذه النبضات يحدث لها تغير دورى فى الإضاءة - يجب عدم الخلـط بين هذه النجوم النابضة وبين ظاهرة كسوف النجوم المتغيرة التى تعد فعلاً نظامًا مكونًا من نجمين يدوران حول بعضهما - ويؤدى ذلك إلى كسوف دورى من تأثير كل منهما على الآخر وكلما زاد حجم الـنجم

طالت فترة نبضه تماما كالبندول الذى يستغرق وقتا أطول فى حركتــه كلما كان أكثر طولا .

أما النجوم الصغيرة - صغيرة بالنسبة لغيرها - فإن نبـــضها يتم على فترات صغيرة أو ساعات ، بينما تستغرق النجـــوم العملاقـــة أعوامًا وأعوامًا حتى تصدر منها نبضة جديدة . والآن حيث إن النجوم الأضخم حجما هى فى الوقت ذاته الأشد إضاءة ، فهنـــاك إذًا علاقـــة واضحة بين فترة النبض النجمى والبريق المتوسط للـــنجم . ويمكـــن تحديد هذه العلاقة بملاحظة النجوم النابضة ، وهى قريبه منـــا بحيـــث يمكن قياس بعدها ، وبالتالى لمعانها الحقيقى مباشرة .

ما هو تاريخ حياة النجم ؟ وما هى تفاصيل مولده والتغيـــرات التى طرأت عليه فى رحلة عمره الطويلة ، ومتى تحين نهايته ؟

ونستطيع أن نبدأ الإجابة على هذا السؤال بالنظر أولا إلى شمسنا فهى تكاد تكون عينة مماثلة تقريبا لبقيـــة الأعـــضاء مـــن بلايـــين نجـــوم " درب التبانة "

ونحن نعرف أساسًا أن شمسنا نجم قديم إلى حد ما ، وظلـــت الشمس تضىء بنفس القوى لبضعة بلايين من السنين معطيـــة الحيـــاة فرصة للتطور على سطح الأرض ، ولا يوجد مصدر عادى يمكنه أن يوفر هذا الكم من الطاقة لهذه الفترة الطويلة ، وظلت مـــشكلة إشـــعاع الشمس أحد الألغاز التى استعصت على العلم ، حتى أكتشف العلمـــاء

التحولات الإشعاعية ، والتحول الاصطناعي للعناصر مما كشف لنا عن مصادر هائلة للطاقة الكامنة فى أعماق نواة الذرة ، ولقد عرفنا أن أى عنصر كيميائى هو عمليًا وقود كيماوى ، يمكن أن يعطينا قدرا هائلا من الطاقة ، وأن هذه الطاقة يمكن تحريرها عن طريق تسخين ورفع درجة حرارتها ملايين الدرجات .

وفى حين أن هذه الدرجات العالية يستحيل عمليا الوصول إليها فى المعامل الأرضية إلا أنها مألوفة فى عالم النجوم إلى حد كبير ، وفى الشمس مثلا تبلغ الحرارة على السطح ٦٠٠٠° مئوية فقط ، ثم تزيد بالتدريج حتى تصل فى مركزها إلى ٢٠ مليون درجة ، ويمكن حساب هذا الرقم دون صعوبة كبيرة من ملاحظة درجة حرارة هذا الجسم النجمى ، ومعرفة خواص الغازات الموصلة للحرارة ، التى تتكون منها الشمس ، وبالمثل نستطيع حساب درجة الحرارة لأى كرة معدنية أو غير معدنية ساخنة من غير حاجة إلى شقها إذا علمنا درجة حرارة السطح وقدرة مادتها على توصيل الحرارة .

وإذا أضفنا هذه المعلومة عن درجة حرارة مركز الشمس إلى ما نعرفه عن معدلات التفاعل فى التحولات النووية المختلفة ، نستطيع أن نضع يدنا على نوع التفاعل المسئول عن تولد الطاقة فى الشمس . وتعرف هذه العملية النووية الهامة باسم " دورة الكربون " والتفاعل النووى الحرارى المسئول عن إنتاج الطاقة فى الشمس ليس مقصورًا

على عملية واحدة من عمليات التحول النووى ، ولكنـه يتـألف مـن سلسلة من التحولات المتصلة تكون معا ما يعرف بسلسلة التفاعلات . ومن أهم ملامح هذه السلسلة أنها دائرية ومغلقة تعود بنا من حيث أتينا بعد كل ست خطوات . إن أهم المشاركين فيها هى : أنوية الكربـون ، والنيتروجين ، بالإضافة إلى البروتونات الحرارية التى تصطدم بها .

فإذا بدأنا مثلا بالكربون العادى (ك١٢) نجد أن التصادم يؤدى إلى تكوين نظير النيتروجين الخفيف (ن١٣) وتحرير بعـض الطاقـة دون الذرية على صورة أشعة جاما ، وهذا التفاعل بالـذات معـروف لعلماء الفيزياء النووية ، كما أمكن الحصول عليـه تحـت الظـروف المعملية باستخدام بروتونات عالية الطاقة معالجة صناعيا . وحيث إن نواة (ن١٣) غير مستقرة فإنها تـتخلص مـن إلكتـرون موجـب أو جسيم بيتا موجب للتحول إلى نـواة مـستقرة لنظيـر كربـون أثقـل (ك١٣) وهذا النظير من المعروف أنه يوجد بكميات قليلة فـى الفحـم العادى ، وعندما يصطدم الكربون بعد ذلك ببروتون حـرارى آخـر يتحول إلى نيتروجين عادى (ن١٤) يطلق مزيدا مـن أشـعة جامـا المكثفة . والآن تصطدم نواة (ن١٤) التى كان من الممكن أن نبدأ بها فى وضع التفاعل بنفس السهولة التى بدأنا بها مع (الكربـون) مـع بروتون حرارى آخر (الثالث) لتسمح بظهور نظير أكـسجين غيـر مستقر (أ١٥) الذى سرعان ما يتحول إلى (ن١٥) المـستقر بطـرد

إلكترون موجب . وأخيرًا يتلقى (ن١٥) بروتونا رابعـا يـصيبه فـي القلب ، فينقسم إلى جزئيين غير متساويين : أحـدهما نـواة (ك ١٢) التي بدأنا بها ، أما الجزء الآخر فهو نواة الهليوم أو جسيم ألفا .

وهكذا نرى أن أنوية الكربون والنيتروجين تتولد إلى الأبد في سلسلة التفاعل الحلقي (الدائري) وتعمل كعامل مساعد فقـط ، كمـا يسميها الكيميائيون ، والنتيجة النهائية لهذه السلسلة من التفاعلات هـي تكوين نواة هيليوم واحدة من البروتونات الأربعة التي دخلت التفاعـل واحدا بعد الآخر ومن ثم نستطيع أن نصف العملية كلها بأنهـا تحـول الهيدروجين إلى هيليوم نتيجة لدرجات الحرارة العاليـة ، وبمـساعدة التفاعل الحفاز للكربون والنيتروجين .

وقد استطاع العلماء أن يثبتوا أن الطاقة في هذه السلسلة تحتاج حتى تنطلق إلى درجة حرارة تصل إلى ٢٠ مليونًا وهي الكمية الفعلية من الطاقة التي تشعها الشمس ، وحيث إن كل التفاعلات الممكنة تكون نتائجها مخالفة للدليل الفيزيائي الفلكي ، فلابد لنا من أن نقبـل أن دورة الكربون والنيتروجين تمثل بصفة أساسية السبب الأول لتوليد الطاقـة الشمسية .

وهنا يجدر بنا أن نلاحظ أيضا أن دورة الكربون والنيتروجين الموضحة أعلاه ، تستغرق تحت درجة الحرارة الموجودة فـي بـاطن الشمس حوالي ٥ ملايين عام . ولذا عند نهاية هذه الفترة تخـرج كـل

نواة من أنوية الكربون (أو النيتروجين) التى بدأت التفاعـل بـنفس الصورة التى كانت عليها فى البداية ، وكأنها لم تمس ولم تمر عليها هذه السنون .

ويجب أن نلاحظ بصفة خاصة هنا أنه فى حين يعتمد إنتاج الطاقة عن طريق التفاعل فى الشمس على الحرارة وكثافة الأجزاء المركزية فيها بصفة أساسية فإنه يعتمد أيضا إلى حد ما على محتويات جسم الشمس من هيدروجين وكربون ونيتروجين . وهذا الاستنتاج يجعلنا نفكر فى الحال فى الطريقة التى نستطيع بها أن نحلل الغازات الشمسية عن طريق تحديد تركيز المواد الداخلة فى مثل التفاعل السابق ، بحيث يكون مناسبا تماما للمعان الذى يصدر عن الشمس ، وقد أجريت التقديرات المعتمدة على هذه الطريقة حديثًا جدًا ، فأدت إلى اكتشاف أن ما يزيد على نصف المادة الشمسية يتكون من الهيدروجين النقى ، وأقل من النصف من الهليوم النقى ، وقليل جدًا من كافة العناصر الأخرى ، وينسحب هذا التفسير بسهولة على أغلب النجوم الأخرى ، مما يجعلنا نستنتج أن النجوم المختلفة فى كتلتها تختلف درجات حرارتها من الداخل ، مما يعنى تبعيًا اختلاف معدلات إنتاجها للطاقة . وهكذا فإن النجم المعروف باسم " O Eridani " أحد نجوم كوكبة النهر الجنوبية ، وهو أخف من الشمس وزنا بخمس مرات يشع بقوة لا تتعدى ١% من قوة إشعاع الشمس ، ومن جهة

أخرى يشع النجم (X conis Majoris A) نجم في مجموعة الكلب الكبير ، والمعروف باسم الشعرى اليمانية بقوى تفـوق قـوة الـشمس بأربعين ضعفا ، هذا النجم أثقل من الشمس بمرتين ونصف المرة . وهنـاك أيضا نجوم عملاقة مثل (y ٣٥٠ cygni) أحد نجوم كوكبة شمالية تعرف بالدجاجة ، وهو أثقل من الشمس ٤٠ مرة ، وأقوى إشـعاعا منهـا بمئـات الآلاف من المرات ، وفي جميع هذه الحالات يمكن تفسير العلاقة بين كتلة النجم وإشعاعه على نحو مقبول جدًا بأنها زيادة معـدل تفاعـل دورة الكربون نتيجة لارتفاع حرارة النجم من الداخل ، تبعـا لمـا يـسمى بالترتيب الأساسي للنجوم ، نجد أن زيادة الكتلة تؤدى إلى زيادة نصف قطر النجم مـن ٠,٣٤ مـن نـصف قطـر الـشمس بالنـسبة لــ (O Eridani) حتى ٢٩ مرة قدر مثيله في الـشمس بالنـسبة لــ (y ٣٢٥ cygni) وإلـى نقـص الكثافـة فيهـا مـن ٢,٥ فـي (O٢ Exidoni C) ثـم ١,٤ فـي الـشمس حتـى ٠,٠٠٠٢ لـ (y ٣٢٥ cygni) والجدول التالي يبـين بعـض البيانـات عـن الترتيب الأساسي للنجوم .

النجم	الكتلة	الكثافة	نصف القطر	اللمعان
نجم الدجاجة	١٧	٠,٠٠٨٥	٥,٨٦	٣٠٠٠
الشعرى	٢٣٥	٠,٤٢	١,٨٠	٣٩
الشمس	١	١,٤٠	١,٠٠	١
نجم النهر	٠,٢	٢,٥٠	٠,٤٣	٠,٠١١

وبالإضافة إلى النجوم (العادية) التى تتحد أنصاف أقطارهـا وكثافتها ولمعانها وفقا لكتلتها ، يجد علماء الفلك أنماطًا مـن النجـوم تختلف قطعًا عن هذا النظام البسيط .

فهناك من النجوم مـا يعـرف باسـم " العمـلاق الأحمـر " " والعملاق الأكبر " وهذه النجوم رغم أنها تحتوى على نفس الكم مـن المواد الذى تحتوى عليه النجوم (العادية) ذات اللمعان المساوى فـى درجته لها ، إلا أنها ذات أبعاد خطية أكبر بكثير ، ومن النجوم غيـر العادية ، والتى تضمن أسماء مشهورة مثل :

(العيوق والشاه والدبران وإبط الجوزاء ورأس الجاثي والنجم هـ في كوكبه ممسك الأعنه)

ومن الواضح أن أجسام هذه النجوم قد " تورمت " إلـى هـذه الدرجة الهائلة نتيجة لعوامل داخلية ليس لها تفسير حتـى الآن ، ممـا جعل كثافتها تنخفض كثيرا عن كثافة أى نجم عادى .

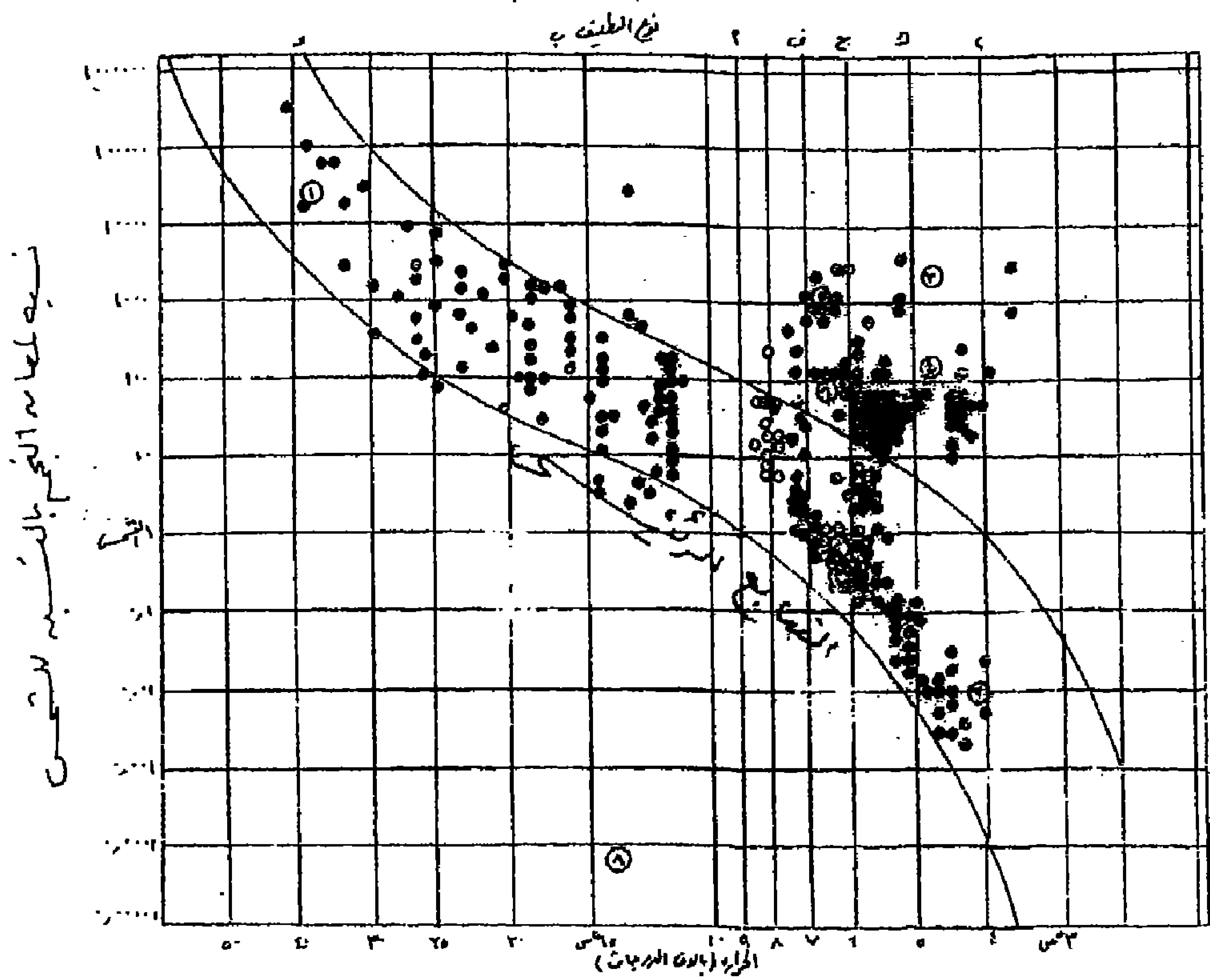
وعلى النقيض من هذه النجوم " المتورمـة " نجـد مجموعـة أخرى من النجوم ذات الأقطار الصغيرة ، ومـن بـين نجـوم هـذه المجموعة ذلك النوع المعروف باسم " الأقزام البيضاء " وليس هنـاك شك تقريبا فى أن نجوم الأقزام البيضاء تمثل مرحلـة متـأخرة مـن مراحل التطور النجمى ، وهى تلك المرحلة التى يكون قد استهلك كـل الوقود الهيدروجينى المتاح له .

الباب الخامس

تطــور النجــوم

فى السنوات الأولى من القرن العشرين ســاد الاعتقــاد لــدى الكثيرين من علماء الفلك أن النجوم تتطور وفقا للشكل البيانى التالى ، بادئة نجوما بيضاء ساطعة وتنتهى نجوما حمراء باهته . وفقــا لهــذه النظرية يتكون النجم من تكثف غبار وغاز موجودين فى فضاء ما بين النجوم . ثم يتقلص بفعل قوى التجاذب فترتفع الحرارة فــى داخلــه ، فيأخذ بالتألق فى صورة عملاق أحمر ضخم منتشر مــن طــراز م ، ويستمر فى التقلص المقترن بارتفاع الحرارة حتى يبلغ أعلى السلــسلة الرئيسية إلى أن يصبح قزما أحمر باهتا من طــراز م ، مــع الــزمن يتحول إلى كرة باردة ميتة .

واتضح اليوم أن هذه النظرية حول التطور النجمــى خاطئــة تماما ، فقد أصبح معلوما أن العملاق الأحمر ؛ منكب الجــوزاء مــثلا ليس نجما حديث العهد . بل هو قديم جدا استنفد القــسم الأكبــر مــن مخزون طاقته ، وأصبح فى مرحلة متقدمة من التطور ، وأن النجــوم تشع نتيجة للتفاعلات النووية التى تحدث فــي داخلهــا ، وأن تسلــسل تطورها يتوقف إلى حد بعيد على كتلتها الأصلية عند تكونها من المادة السديمية فالنجم الضخم يتطور بشكل يختلف عن تطــور نجــم أقــل



رسم بيانى له أهميته حيث صنفت النجوم فى الرسم بناء على درجة لمعانها بالمقابلة مع درجة لمعان الشمس وعلى أنواع أطيافها ودرجات الحرارة على سطحها . تقع أكثر النجوم على طول حزام واضح المعالم يعرف " بالتتابع الرئيسى " للنجوم . يمتد هذا التتابع من النجوم الفائقة الحرارة من فئة و " ١ " فى أعلى اليسار مرورا للنجوم من فئة ج " ٢ " كالشمس إلى الأقزام الحمراء من فئة م " ٧ " الضعيفة الضياء . فى أعلى اليمين . تقع العمالقة العظمى " ٣ " وفرع العمالقة " ٤ " ترى أيضا القيفاوسيات المتغيرة " ٥ " ونجوم القيثارة المتغيرة " ٦ " . وفى أسفل اليسار من الرسم . تقع الأقزام البيضاء " ٨ " النجوم من فئتى ك ، م مقسومة من مجموعتين عمالقة وأقزام

ضخامة منه . العامل المشترك الوحيد بين النجـوم هـو أن جميعهـا تستهل حياتها فى سـدم غازيـة . أشـهر مثـال لهـا ، هـو سـديم الجوزاء (م ٤٢)

فى عام ١٩٠٨ م وضع الفلكى الـدنماركى " هرتـسبرونج " (١٨٧٣ – ١٩٦٧) رسما بيانيا عّن فيه موقع النجوم حسب درجـة ضيائها ونوع طيفها . كما قام " هنرى رسـل " (١٨٧٧ – ١٩٥٧م) فى الولايات المتحدة ببحوث مماثلة . فأصبحت الرسوم البيانيـة التـى توضع اليوم وعرف باسم رسوم هـ ر (R-H) البيانيـة (الـشكل السابق) كما يبين الشكل أيضا ، أطياف النجوم فـألوان النجـوم فـى السماء مختلفة ؛ فهناك نجوم زرقاء وحمراء وبيضاء ، وهذه الألـوان التى تظهر بها النجوم فى المواقع هى السر الوحيد الذى مـن خلالـه استطاع الفلكيون دراسة النجوم ، والتعرف على خواصها المختلفـة ، مثل درجة الحرارة والسطوع والتركيب وكذلك أعمارها .

لقد صنف الفلكيون النجوم بناء علـى ذلـك حـسب ألوانهـا (أطيافها) وأعطوا كل صنف حرفا معينـا ؛ هـذه الحـروف هـى بالترتيـب أو (O) ، ب (B) ؛ أ (A) ، ف (F) ، ج (G) ، ك (K) ، م (M) . وقد قسم الفلكيون كل مرتبة طيفية إلى عـشرة أقسام . فنجد مثلا أن مرتبة الشمس الطيفية هـى (G_0) والـشعرى اليمامية (A_1) أ١ والسماك الرامح (K_0) ك ٥ .

تقع أكثر النجوم فى حزام واضح الحدود ، يمتـد مـن أعلـى اليسار فى الرسم إلى أدنى اليمين عُرف هذا الحزام " بالتتابع الرئيسى " واعتبرت الشمس نجما نموذجيا فيه .

فلنأخذ مثلا نجمين من نوع م همـا : منكـب الجـوزاء فـى مجموعة الجوزاء ، وبروكسيما قنطورس التى هى أقرب النجوم إلينا ، فنجد أن حرارة سطحيهما تكاد تكون واحدة . لكن هذا هو وجه التشابه الوحيد بينهما ، فمنكب الجوزاء قطره متغير يتقلب بـين ٤٢٠ و ٥٦٠ مليون كيلو مترا ، وهو كبير إلى حد أنه يتسع لاحتواء مـدار الأرض بكامله . كما يفوق لمعانه ١٠ آلاف ضعف لمعان الشمس . أما قطـر بروكسيما قنطورس فلا يبلغ مليون كيلو متـر ، ولا يتعـدى لمعانـه عشرة من ألف جزء من لمعان الشمس . عندما يكـون الـنجم جنينـا ويأخذ بالتقلص ترتفع حرارته . لكن لا يمكن أن تجرى فيه تفـاعلات نووية إذا كانت كتلته صغيرة جدا ؛ ولا يمكنه بالتالى أن يـصل إلـى السلسلة الرئيسية عوضا عن ذلك ، يبقى يشع اشعاعا ضعيفا إلـى أن يستنفد طاقته . أما النجم الذى تقرب كتلته من كتلة الشمس ، فهـو إذ يستمر فى التقلص التجاذبى يبلغ مرحلة تنتقل فيها الحرارة بالحمل من الداخل إلى السطح ، فيصبح تألق النجم بعد مدة قصيرة (قد لا تتعدى القرن الواحد ، أو ما يقرب من ذلك) يفوق تألق الشمس الحالى مـن ١٠٠ ضعف ، إلى ١٠٠٠ ضعف هذا الانفجار الرائع للـضياء يتـابع

النجم تقلصه لكنه يبهت أكثر فأكثر كلما اقترب من السلسلة الرئيسية ، بعد ذلك تبلغ الحرارة الداخلية درجة كافية لإحداث التفاعلات النووية . فتتحد نوى الهيدروجين وتتحول إلى نوى هيليوم ؛ ونتيجة لذلك تنقص الكتلة ، ويتحرر قسم من الطاقة ، ويدخل النجم فى السلسلة الرئيسية ليستقر فيها مدة طويلة قد تدوم ١٠ آلاف مليون سنة .

فى الخطوة التطورية السابقة ، وبعد أن يقضى النجم ما يقرب من ١٠ آلاف مليون سنة تعقب ذلك تفاعلات أخرى . لكن الطاقة النووية تنفذُ فى آخر الأمر . فينهار النجم متحولا إلى قزم أبيض صغير وكثيف ، وبما أن الذرات التى يتألف منها تكون قد انسحقت وتحطمت يصبح بوسعها أن تتكدس بحيث تصل كثافة النجم إلى مائة ألف ضعف كثافة الماء . بعد مدة طويلة أخرى يفقد النجم كل حرارة ، وكل ضوء ويصبح قزما أسود ميتا .

تطور النجوم الضخمة :

يتطور النجم الذى تفوق كتلته كتلة الشمس بكثير تطورا سريعا جدا فالنجم الساطع " دورادوسى " فى سحابة مجلان الكبرى مثلا ، لا يستطيع الاستمرار فى انتاج الطاقة على المعدل الحالى أكثر من مليون سنة بينما لن تغادر الشمس السلسلة الرئيسية قبل ٥٠٠٠ مليون سنة أخرى على الأقل .

والنجوم مفرطة الضخامة لا تتحول إلى أقزام بيضاء ، فعندما تبلغ نواتها حرارة تقترب من ٥٠٠٠ مليون درجة مئوية تحل في بنيتها تغيرات هائلة ؛ فالنواة تنهار حيث ترتفع درجة الحرارة في الطبقات الخارجية - التي تكون فيها التفاعلات النووية لا تزال جارية - إلى ٣٠٠ مليون درجة مئوية . ثم يحدث انفجار يبث خلاله النجم من الطاقة في ثوان قليلة مقدار ما تبثه الشمس خلال ملايين السنين . وهو يقذف بمواد إلى الخارج هذا هو ما يسمى " بالتجدد الأعظم " بعدما تنتهي الاختلاجات . لا يبقى إلا سحابة من الغاز المتمدد مع نجم " نيتروني " أو " بلسار " يكون أصغر حجما حتى من قزم أبيض وأكثر كثافة منه . وسديم السرطان كناية عن حطام متجدد أعظم . وعموما فسديم " الوردية " يمثل ولادة نجم جديد ، بينما سديم السرطان يمثل موت نجم كان رائعا فيما مضى .

على اتساع مدى التنوع في هذه النجوم فهي تعتبرإلى حد ما متماثلة ، فمعظم ما نعرفه عن هذه النجوم ينخرط في سلسلة متصلة تتدرج من النجوم المتألقة إلى النجوم الخافتة ، ومن النجوم الحارة إلى النجوم الباردة ، ومن النجوم الثقيلة إلى النجوم الخفيفة ، ومن النجوم الكبيرة إلى النجوم الصغيرة .

ويطلق على هذه السلسلة عامة اسم التتابع الرئيسي (أنظر الشكل البياني) وألمع نجوم التتابع الرئيسي ألمع من الشمس عشرة

آلاف مرة ، وأخفت هذه النجوم لا يزيد لمعانه على جزء من مليون من لمعان الشمس .

أما أقطار نجوم التتابع الرئيسى فتتأرجح من نجوم يبلغ قطر الواحد منها قدر قطر الشمس عشرين مرة ، وبين نجوم أخرى يبلغ قطر الواحد منها عشر قطر الشمس ، أما درجات الحرارة لهذه النجوم ، فهى تتفاوت بين ٠,٥ مليون درجة ، وبين ألفى درجة ، وأما أوزانها فتنحصر بين نجوم تفوق وزن الشمس أربعين مرة ، وبين نجوم لا تزيد على عشر وزن الشمس ، والأغلبية الساحقة من النجوم المجاورة لنا – مثل اللألئ (مجموعة الجبار) – والشعرى اليمانية (مجموعة الكلب الكبير) – الشعرى الشامية (مجموعة الكلب الصغير) والشمس إلى غيرها مما يخطئه العد من النجوم التى لم نذكر أسماء لها كلها تنخرط فى سلسلة التتابع الرئيسى . وهناك طائفة أخرى من النجوم تناظر سلسلة التتابع الرئيسى إلى حد ما ، ولكن إذا قورن كل نجم منها بما يماثله من نجوم التتابع الرئيسى من حيث درجة الحرارة ، لوجد أنها أخف وأصغر ، وربما كان أقل حجما من نظيره فى سلسلة التتابع الرئيسى ألا وهى النجوم الأقزام الدنيا .

وقد ظل الناس أمدا طويلا لا ينظرون إلى النجوم إلا على أنها مجرد نجوم تكاد لا تختلف بعضها عن بعض ، فتصور إذن دهشتهم عندما علموا أنها تختلف بعضها عن البعض اختلافات واسعة المدى .

فقد وجد الفلكيون نجوما بالغة السخونة ، وأخرى تميل إلى البرودة ، وفى بادىء الأمر سببت هذه الاختلافات الواسعة المدى ارتباكا للفلكيين ولكن شيئا فشيئا باستمرارهم فى دراسة النجوم ومقارنتها بعضها ببعض ، أصبحت صورة السماء واضحة لهم بوجه عام .

وأصبحنا الآن نعلم أن النجوم الشديدة التألق هى نجوم استثنائية إذ لا توجد نجوم كثيرة يعادل لمعان كل منها لمعان الشمس ١٠ آلاف ضعف ، ومقابل كل نجم من هذه النجوم يوجد ١٠٠ ألف نجم تماثل الشمس ، ومن جهة أخرى يقابل كل نجم ألمع من الشمس نحو ١٥ نجما أقل منها لمعانا ، ولكن معظم النجوم متقاربة فى صفاتها ، مما دعا الفلكيين إلى ضمها فى مجموعة واحدة أطلقوا عليها اسم مجموعة النجوم " السوية " أو " التتابع الرئيسى " والشمس تنتمى إلى هذه المجموعة وهى نموذج طيب للنجوم " السوية " إذ لا هى بالضئيلة حتى تتجاهل ولا هى تمتاز عن الأخرى امتيازا يلفت إليها النظر بوجه خاص .

وإذا قورنت النجوم الماردة ، بهذه النجوم " السوية " التى تكون الغالبية العظمى من النجوم ، فإنها تبدو بالغة الضخامة ؛ فإن حجم بعضها يزيد على حجم الشمس مائة ضعف ، وتبلغ بعض النجوم الحمراء من الضخامة ، بحيث إذا حل إحداهما محل الشمس ، فإنه

يمتد إلى ما بعد الأرض ، فبدلا من أن تكون الأرض على بعـد ١٥٠ مليون كيلو متر منه ، فإنها تجد نفسها داخله .

وفى نفس الوقت توجد طائفة أخرى من النجوم تسمى العمالقة الدنيا ، وهى نجوم إذا قورنت بمثيلاتها من حيث درجـات الحـرارة لوجد أنها أكبر حجما ، وأقل كثافة من نظائرها فى سلسلة التتابع .

أما النجوم العملاقة التى يكاد لمعانها يفوق لمعان الشمس مائة مرة فهى نجوم باردة ، أو هى أقرب ما تكون إلـى البـاردة ، ومـن أمثالها نجم " السماك الرامح " ونجم " عين الثور " وحجمها يفوق حجم الشمس ، وكثافتها دون كثافة الشمس بنفس النسبة .

أما العمالقة العليا – أمثال نجم راعى الجوزاء ، ونجـم إبـط الجوزاء – فهى أشد لمعانا من النجوم العملاقة .

وأخيرا فهناك نجوم الأقـزام البيـضاء أو النجـوم المنهـارة المفلسة ، وهى نجوم صغيرة الحجم جدا متوسطة الكتلة ، ولكن كثافتها كبيرة بشكل يفوق الحد . ويوجد منهـا عـدة أنـواع فهـى أصـغر من الشمس كثيرا ، والأقزام البيضاء هى أغرب النجوم جميعـا فهـى مضغوطة ضغطا شديدا بحيث لا يزيد حجم الواحد منها علـى حجـم كوكب ، ولا يمكن أن ترى إلا بأقوى المناظير الفلكية ، ومع ذلك فإن وزن نجم نموذجى يعادل وزن الشمس ، فتصور مقدار ضـغط مـادة النجم حتى يصبح ذلك ممكنا ! وفى الواقع يبلغ مدى ضغط المادة حدًا

يجعل وزن قطعة من مادتها يعادل وزن قطعة مماثلة من الحديد ٦ آلاف ضعف ! وتزن سعة لتر من مادة القزم الأبيض ٥٠ طنا . ومهما يبدو ذلك خياليا بعيدا عن التصور ، فإنه توجد أقزام بيضاء أكثر كثافة .

وبذلك تكون الذرات التى تكون منها القزم الأبيض قد انسحقت وتحطمت ، يصبح بوسعها أن تتكدس بحيث تصل كثافتها إلى ١٠٠ ألف ضعف كثافة الماء بعد مدة طويلة أخرى ، يفقد النجم حرارته وكل ضوء ويصبح قزما أسودا ميتا .

إن النجوم اللامعة – حارة كانت أم باردة – قد طغت على المنظر ، لم تدع لغيرها فرصة الظهور ولكن الواقع أن هذه النجوم اللامعة هى الأقلية من حيث العدد حتى أنها لا تكاد تعد شيئا إذا قورنت بالغوغاء والدهماء .

إن بريقها يخطف الأبصار برغم ما بيننا وبينها من أبعاد شاسعة ، فالشمس لو قدر لها أن تبتعد عنا حتى يكون ما بيننا وبينها مساويا ما بيننا وبين هذه النجوم لغدت نجما تافها خافيا لا يلفت أنظارنا ولا يثير انتباهنا . ولو قدر لنا أن حشد النجوم المحيطة بنا فى صعيد واحد لنلتقط لها صورة جامعة للاحظنا أن النجوم الأخفت ضوءًا هى الأغلبية الساحقة والأكثر غرابة أننا نجد أن معظم الضوء الصادر من النجوم ، إما ينبعث من تلك النجوم الخافتة الباهتة . إن

نجما كنجم راعى الجوزاء يفوق لمعان الشمس عشرة " آلاف مرة " ، ولكن عدد النجوم التى من طراز الشمس يفوق عدد النجوم التى من طراز راعى الجوزاء عشرة آلاف مرة على الأقل .

فمعظم الضوء الذى يملأ الفراغ النجمى ، إنما يصدر عن النجوم الخافتة الخافية لا عن النجوم اللامعة التى تسيطر على المنظر ، ولا تكاد تسمح لغيرها بالظهور على صفحة السماء . ولم ننته من سرد جميع عجائب لبنات الكون ، حيث إن هذه الطائفة من النجوم التى تبدو لنا خافتة ضئيلة هزيلة والتى بلغت من تفوقها العددى الكاسح ، أنها تحتوى على النصيب الأكبر من المادة المكونة للكون .

وهناك لبنات فى الكون تنفجر ، والمقذوفات الانفجارية التى تندلع من أسطح اللبنات (النجوم) يمكن مشاهدتها على أوسع نطاق ، يطلق على هذه اللبنة اسم " النجوم الجديدة " وهى ليست فى واقع الأمر إلا نجوم ممعنة فى القدم تحاول أن تتخلص من وضع لا قبل لها بالصبر عليه ، إذ تجد نفسها وقد عجزت تماما عن تحمل أسلوب الحياة الذى درجت عليه منذ القدم ، ولكنها فى محاولتها التخلص من هذا الوضع تتخذ لها أسلوبا عنيفا .

إن القذف الذى يسترعى الأنظار أكثر من غيره هو الطوفان الذى يمزق سطح النجوم الجديدة كله ، نتيجة لبعض الانفجارات التى تحدث تحت السطح ، وتحدث مثل هذه الطوفانات للنجوم الجديدة

اللامعة مرة كل مليون عام - أما النجوم الجديدة المعتدلة فتعانى ذلك مرة كل عشر سنوات أو نحوها - وفيما يتعلق بالنجوم الجديدة التى يطلق عليها اسم الأقزام الجديدة ، فتتكرر هذه العملية فيها كل بضعة أسابيع على نطاق أضيق .

وبعض هذه النجوم تنفجر فى مواعيد منتظمة أو شبه منتظمة فتنفجر كل بضعة أسابيع ، أما أعنف تلك الانفجارات وأشدها هولا ، فهى انفجارات النجوم " فوق الجديدة " تلك التى لا تحدث للنجم إلا مرة واحدة ، فهى أقوى انفجارات يمكن أن يشهدها البشر ، وكل هذه النجوم المنفجرة تقذف ببعض أجزائها فى الفضاء .

مما لاشك فيه أن هناك فقدانا للمادة ، ولكن عندما نقيس هذه الخسارة نجد أن الطوفان لا يصل إلى حد الكارثة ، فقد يفقد النجم جزءا من ألف جزء من مادته عند كل انفجار ، فإذا حدث ذلك بمعدل مرة كل مليون سنة يكون هناك نقص خطير فى الوزن إلا بعد مضى زمن يقرب من الأفق الزمنى .

وهناك انفجارات من نوع آخر ، تبدو على شكل كوارث حقيقية ، وهى التى تحدث للنجوم فوق الجديدة التى تنفجر فعلا ، وتقذف بمعظم مادتها بعنف فى الفضاء ، ويشاهد حتى اليوم بقايا كارثة نجمية من هذا النوع ، وقد تبعثرت الأشلاء فى الفضاء ، فما زالت هناك بقايا نجم قد يكون قزما أبيض - سديم أبو جلمبو - وهى

أشلاء انفجار نجم فوق جديد شوهد عام ١٥٠٤م ولابد أن يكون للنجوم فوق الجديدة مواضع على صفحة السماء ، تختلف عن مواضع النجوم الجديدة العادية . والنجوم الفوق جديدة نادرة فقد يولد واحد منها في سديم كل بضعة قرون ، وعلى هذا الأساس لا يحتمل أن يتعدى نسبة وجود هذه في مجرتنا ا : ١٠٠٠٠ منذ بدأ أفق الزمان ، ولما كان ما يوجد من الأقزام البيضاء في مجموعتنا النجمية قد يزيد عن عدد النجوم فوق الجديدة مائة مرة ، فلا يمكن أن تكون النجوم فوق الجديدة هي المصدر الوحيد للأقزام البيضاء .

الثقب الأسود

بعد استعراضنا لبنات الكون مثل السدم والمجرات بجميع أنواعها وأشكالها إلا أن الاكتشافات الفلكية تجرى بسرعة مذهلة لتبين أن اتساع الكون لا يمكن تصوره ، أو أن يكشف عن أبعاده العقل البشرى في وقت قريب ، وأخيرا فقد أتاحت المعدات الجديدة التي وضعت في المنظار الفضائي " هبل " عن اكتشاف ثقب أسود هائل ، كما أنها نقلت إلينا صور لا سابق لها عند ولادة النجوم وكذلك موتها .

وبفضل هذه المعدات الجديدة الدقيقة وجد علماء الفلك ثقبا أسود قُدر بأنه أكبر ٢٠٠ مليون مرة من حجم الشمس ، وهذا الثقب يقع في مجموعة نجومية تبعد عن الأرض بحوالى ٥٠ مليون سنة ضوئية " السنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة "

وتقدر بحوالى ١٠ مليون مليون كيلو متر ($١٠^{١٣}$كيلو متر) وبالرغم من استحالة تصوير الثقوب السوداء فقد أتاح منظار " هبــل " لعلمــاء الفلك تحديد مكان الثقب الأسود عبر قياس هالات الغاز فى مداره .

وعمومًا فإن " هبل " اكتشف من قبل ذلك وجود هذه الثقــوب السوداء الهائلة ، ولكن بالمعدات الجديدة يمكننا أن نفعل ذلــك بــسرعة أكبر بأربعين مرة عما كان يجرى فى الماضى ، والمهم أن جهاز آخر مزودا بآله تصوير بالأشعة تحت الحمراء لــ " هبل " نجح فى تسجيل ولادة نجم وهذه طفرة جديدة فى علم الفلك ، هــذا بخــلاف أن هــذه الأجهزة تمكنت من التواصل إلى شواهد علمية جديــدة تــساعد علــى تفسير التطور فى النظام الشمسى – الذى نعيش فيه – كما أنها تــشير إلى احتمال وجود كواكب وتكوينات أخرى غير منظورة تدور حــول بعض النجوم . وتوصلوا أيضا إلى وجود توابع تدور حول تسعة مــن النجوم المشابهة للشمس وذلك فى منطقة الثور بدرب التبانــة (أو مــا يسمى بالطريق اللبنى) وهو المستوى الإستوائى للمجرة التى تقع فــى نطاقها الشمس ومعها المجموعة الشمسية كلها .

ويعتبر الثقب الأسود هو طور أو حالة من الأجرام الــسماوية لها حيز مخصوص يحتوى على كمية معلومة من المادة بحيــث تبلــغ قوة الجاذبية للمادة المحصورة فيها حدا كبيرا للغاية لا يــسمح حتــى للضوء من الخروج أو الإفلات منه وهو بذلك لا يرى ، فالجسم الــذى

لا يسمح للضوء بالخروج منه لا يرى حتى فى وضح النهار ، فنحن نرى الأشياء بواسطة الضوء المنعكس على شاشة أو على شبكية العين حتى تتكون صورة حقيقية للجسم ثم تنقل الصورة من العين إلى المخ وإذا كان تكوين الثقب الأسود لا يحتاج لأن تكون المادة فى حالة عالية جدا من الكثافة فهناك من العلماء من يقول باحتمال أن يكون الكون بأسره ثقبا أسود .

لقد حاول العلماء تقدير كثافة الكون بحساب متوسط المجرات المرئية اللامعة فبلغت حوالى $١٠^{-٣٠}$ جرام / سم^{٣} وهو عشر الكثافة المطلوبة ليصبح الكون ثقب أسود إذا كان قطره عشر ألف مليون سنة ضوئية ولكن مع ذلك فهناك من يقول أن اعتبار كتلة المادة غير المرئية فى الكون قد يرتفع بكثافته إلى المقدار الحرج اللازم لجعله ثقبا أسود .

ولكل ثقب أسود حافة حادة تسمى " أفق الأحداث " وكل ما يوجد داخل هذا الأفق يقع فى الفخ فلا يخرج أبدا ، أما الأشياء التى توجد فى الخارج ، فإنها تستطيع أن تفلت من براثن جاذبية الثقب ، إذا توافرت لها السرعة الكافية ، وتمثل مساحة هذا السطح المحيط بالثقب الأسود أو أفق الأحداث حجم الثقب .

إن الثقوب السوداء ليست أجرامًا كثيفة فحسب ولا نهائية الكثافة ؛ ففى مركز الثقب الأسود يتلاشى المكان والزمان والسببية

نفسها ، لدرجة لا تصدق ، فهذه الخصائص الخبيثة تجعل من الثقوب السوداء أجراما خافية معزولة عن سائر العالم ، أى فى سائر أرجاء الكون لدرجة أن كل شيء يخترق هذا الأفق سيظل حبيسا ضمنه إلى الأبد على ما يبدو . وعلى هذا فإن الراصدين الموجودين خارج هذا الأفق لن يروا أبدا ذلك الشيء الذى سقط فى هاوية هذه الثقوب السوداء المفترسة النهمة .

ومن المحتمل أن يكون الكون الذى نعيش فيه قد نشأ كفقاعة متناهية الصغر حدثت فى الزمان والمكان تحتوى على كتلة الكون كله ، وإن كانت طاقة الكتلة توزانها طاقة الجاذبية المقترنة بتلك الكتلة ، ولكن هذا لا يمكن أن يحدث إلا إذا كانت كتلة تكفى لضمان أن يكون الكون نفسه بمثابة ثقب أسود تمنعه الجاذبية عن أى شيء خارجى . وقد كان علماء الكونيات يظنون فى بادئ الأمر أن مثل هذا الكون الجديد من شأنه أن يتهاوى فجأة ثم يتلاشى ، يبدو أنه ظهرت مؤخرا نظرية التضخم تبين كيف أن بذرة صغيرة من المادة ذات كثافة فائقة ، يمكن أن تنفجر فينشأ عنها " الانفجار الكبير " وهكذا نجد لعلماء الكونيات وصفا كاملا لمبدأ الكون .

فنحن على حد قولهم نعيش فى ثقب أسود هائل يضم الكون بأسره ، ثم أخذ يتمدد من ١٥ مليار سنة ، ولكن بمعدل متناقص باطراد ، وسيحدث حتما فى وقت ما فى المستقبل البعيد " بعد عدة

عشرات من مليارات السنين على الأقل " أن تؤدى شدة الجاذبية إلى توقف ذلك التمدد ، ثم تقلبه إلى انكماش ، سيظل ذلك لعدة عشرات المليارات من السنين دون تأثير كبير على النجوم والكواكب ، ولكن سيأتى يوم تندمج فيه المجرات وتتصادم النجوم وتتضغط فى كتلة هلامية ، وفى النهاية يتلاشى الكون فجأة ، أما هذا فيفسر القول المولى عز وجل فى محكم آياته حيث يقول :

" يوم نطوى السماء كطى السجل للكتب كما بدأنا أول خلق نعيده وعدا علينا إنا كنا فاعلين " (آية ١٠٤ سورة الأنبياء)

تنبأ العلماء بوجود الثقب الأسود ، أى باستمرار مفعول الجاذبية على مادة النجوم فيتقلص حجم النجوم حتى يصل نصف قطره وكثافته إلى المقدار الحرج ، فيصبح الجرم أو النجم ثقبا أسود ، ويختفى ضوئيا ولكن ليس جاذبيا ، ويحاول العلماء الكشف عن هذه الأجرام فى أرجاء الكون المختلفة ، وهناك احتمال قوى أن يكون موجودا فى كوكبه الدجاجة .

أما الحالة الأخيرة ، فهى فعلا حالة عجيبة جدا ، وهى حالة استمرار مفعول الجاذبية على المادة لدرجة تقلصها إلى نقطة ، ثم فجأة تنعكس الصورة بعد حد معلوم فيتحول الثقب الأسود إلى " ثقب أبيض " أى انفجار هائل ، ومصدر لا مثيل له من طاقة .

عناقيد النجوم

وهناك لبنات أخرى فى الكون تسمى بعناقيد النجوم ، هى عبارة عن عدة نجوم تدور حول مركز الكتلة المشترك ، ومجموعات أكبر تسمى بالعناقيد النجمية والمترافقات ، وتحتوى هذه المجموعات على العناقيد المفتوحة مثل " الثريا " وعنقود " هيادس " . والعناقيد الكرية مثل عنقود " هرقل " ويحتوى عنقود كرى كبير على أكثر من ١٠٠٠٠٠عضو نجمى ، ويصل قطره إلى ٥٠ بارسك أو أكثر . ويتراوح عدد أعضاء العناقيد المفتوحة من أقل من مئات إلى أكثر من ألف نجم ، ويتراوح أقطارها من ٣ إلى ٢٠ بارسك ، ولا تتشكل أعضاء العناقيد المفتوحة فى الأشكال الكرية المنضغطة مثل العناقيد الكرية ، وهذا أصل كلمة مفتوحة .

الأقزام البيضاء

وثمة لبنة من اللبنات التى تسمى بالأقزام البيضاء ، لقد رصد عدد قليل من هذه النجوم فى أنظمه ثنائية ، وعلى هذا أمكن إيجاد كتل دقيقة لا تتراوح هذه الكتل تقريبا من سدس كتلة الشمس إلى كتلة واحدة منها . وحيث إن الأقزام البيضاء أصغر كثيرا من الشمس ، فإن متوسط كثافتها يجب أن يكون أكبر بعدة مئات الآلاف إلى الملايين من متوسط كثافة الشمس التى تساوى تقريبا كثافة الماء . ويعتقد أن الأقزام البيضاء كانت ذات مرة نجوما عادية تولد الطاقة فى داخلها

عن طريق التفاعلات النووية ، وساعد ضغط الإشعاع من دعم الحالة الغازية لمادة نجم ضد ميله للانكماش تحت تأثير جاذبيته التثاقلية ومع هذا فإن الوقود النووى يستهلك في النهاية ، ويبدأ النجم فى الانكماش ، وأخيرا تشع حرارته الداخلية ويضمحل ببطء ويبرد .

وعلى الرغم من هذه التطورات المذهلة ، فقد تكشف دلائل علمية جديدة تؤكد أن الكون أكبر حجما وأقدم تاريخا عما يظن العلماء ، الأمر الذى يفرض إعادة النظر فى الحسابات الكونية وبحوث الفضاء ، وبالفعل فقد أظهرت الأجهزة الحديثة أن حجم الكون أكبر بمقدار العشر ، عما هو مفروض ، كما يبلغ عمره ١٢ مليار سنة ، وكلما اكتشفنا أجهزة جديدة ذات حساسية أعلى يمكننا التوصل إلى أن هناك فى هذا الكون أسرارا كثيرة وكبيرة .

وفى التسعينات من القرن العشرين ، توصل علماء الفلك إلى نتائج مبهرة عن إحدى لبنات الكون وهى النجوم الملتهبة التى تنكمش وتتبسط بصفة دورية ، مما يذكر أن لمعان هذه النجوم الذى يزيد وينخفض خلال دورة تتراوح بين بضعة أيام ، وبضعة أسابيع هو مقياس لتقدير الأبعاد الكونية ، وفى حالة تطبيق النتائج التى توصل إليها علماء الفلك على المعطيات المعروفة عن النجوم الملتهبة التى جرى تتبعها فى المجرات القريبة ، فسوف يتأكد لنا أن الأبعاد الكونية أوسع مما نعرفه الآن وفى عام ١٩٣١م اكتشف " كارل جانسكى " فى

معامل بل " إشارات راديوية " من " درب التبانـــة " . وبعــد الحـــرب العالمية الثانية تقدم الفلك الراديوى تقدما ملحوظا فى البداية ، كان فـــى انجلترا واستراليا ثم انتشر بعد ذلك فى العالم ، وقد تم اكتشاف مئـــات من المصادر الراديوية ، وقــد قـــام الفلكيـــون بمقارنتهـــا بالـــصور الفوتوغرافية المأخوذة بواسطة التلسكوبات لنفس المناطق ، وتبين أنها صادرة من مجرات ذات مناطق مركزية لامعة ، وفى أغلب الأحيـــان ينبعث منها ألسنة نفاثة .

وفى عام ١٩٦٠م تم الكشف عن الكثير من المجرات الراديوية غير محدودة المعالم ، مثل المجرات المعروفة وليست مثـــل الـــسدم ، ولكنها تظهر مثل النجوم وتشع أشعة فـــوق بنفـــسيجية . وتقـــع هـــذه الأجسام – التى سميت بالكوازارات – على أبعاد تصل إلى ٢ مليـــون سنة ضوئية تقريبا ، ويرجع اسمها إلى أنها مصادر راديوية مـــشابهة لشكل النجوم ، وينبعث من هذه الكوازارات الطاقة بمعدل يساوى مائة مرة مثل الطاقة المنبعثة من جميع النجوم فى مجرتنا . وتقدر سرعتها ٤٥٠٠٠ كيلو متر فى الثانيـــة . أى ١٥% مـــن ســـرعة الـــضوء ، (٣٠٠ ألف كيلو متر فى الثانية) كالتى تكون لمجرة على بعـــد ٤٥٠ ميجا بارسك – ٤٥٠ مليون بارسك .

اليوم يوجد أكثر من ٢٠٠ كوازار معروفة بالتحديد على أنهـــا مصادر راديوية ومتطابقة ومعينة بأجسام لها مظهر نجمى وقد تـــصل

سرعة الكوازار إلى ٨٨% من سرعة الضوء ويعلل امتياز الكوازار بهذه السرعة الهائلة بأنه يوجد فى مكان قريب نسبيا من طريق التبانة ، تبعا لهذا فإن السرعة الكبيرة هذه تكون نتيجة انفجار هذه الكوازار ، وهو مندفع نحو مجرتنا " طريق التبانة " أو أى مجرة أخرى قريبة .

اكتشف علماء الفلك الأمريكيون أبعد أجسام كونية يتم رصدها حتى الآن ، وتبعد مليارات السنين الضوئية عن الأرض . فقد أعلن العلماء أنه رصد مجرتين من النوع الذى يطلق عليه اسم " كوازار " وهى عبارة عن مجرة نشيطة جدا ، وتوجد بمركزها أجسام شديدة اللمعان ، يعتقد أنها تستمد طاقتها عن طريق الثقوب السوداء ، ولها لمعان يفوق لمعان الشمس تريليون مرة . وقال العلماء : إن المجرتين ولدتا عندما كان الكون عمره ٨٠٠ مليون سنة فقط فى حين أنه حسب النظريات السائدة حاليا فإن الكون عمره ١٣ مليار سنة .

الباب السادس

نظريات أصل الكون

النظريات القديمة

- ما هو أصل الكون ؟
- كيف نشأ الكون ، وكيف وصل إلى صورته الحالية ؟
- كيف تكونت الشمس والأرض ؟
- كيف يمكننا أن نتقدم فى الفهم ، وأيضا فى الاختيار بين النظريات المختلفة لأصل الكون ؟
- كيف نستطيع أن نكون نظرية أفضل عن نشأة الكون ؟

تعتبر هذه الأسئلة هى الأسئلة التى حظيت باهتمام كل الحضارات والثقافات البشرية ، وفى كل مرحلة من مراحل التاريخ كان لدى العلماء فهم خاص ، أو نظرة معينة عن الكون ، وكلما ظهرت معلومات جديدة من خلال الدراسات النظرية والتجريبية من خلال الأرصاد ، فإن الصورة تتحسن باستمرار ، وعلى العموم فإن المبادىء العلمية عرضة للتعديل والإعادة لأن النظريات المقبولة حاليا قد تكون عرضة فى المستقبل للتعديل .

هل يعنى ظهور نظرية علمية معينة أن النظريات العلمية السابقة غير صحيحة ، مع أنه تم اختيارها وتوظيفها ؟ والإجابة على

هذا التساؤل تتلخص فى أن أى نظرية علمية إنما هى جهد عقلى فى محاولة للاقتراب من الواقع والتقريب فى وصفه وفهمه وأن هذا الجهد يكون صادقا فى حدود معينة يفرضها " نموذجه التصورى " بقدر مدى شموله واتساع آفاقه ، وبالتالى لا يكون قادرا على تجاوز تلك الحدود . ومن ثم فإن كل نظرية علمية تكون صادقة صحيحة فى تلك الحدود ، ومن منظور تلك الرؤية لا نستطيع عرض تفسير مرض علميا خارج تلك المحدودات ، وعموما وفى رأى المسلمين فإن النظرية فقط تكون غير صحيحة إذا كانت منافية للدين الإسلامى . والخلاصة إنه حتى الآن لا تستطيع أى من النظريات العلمية المختبرة أن تزعم امتلاك الحقيقة المطلقة فى وصف الأشياء أو الظواهر المادية والحيوية أو الإنسانية ، وهذا ما يدعو بالضرورة أحيانا كثيرة إلى تكامل المناهج العلمية فى الدراسة بطريقة متوازنة توظف فيها أساليب التحليل والترابط والتفاعل فى كل الظواهر تحت الدراسة .

ولقد بدأت نظريات وطبيعة الكون منذ أن بدأ الإنسان فى النظر إلى السماء ، وتختلف هذه النظريات باختلاف الناس والشعوب ومعتقداتها ومستواها الحضارى .

إن نظريات نشأة الكون عديدة ومتنوعة منها القديم ، ومنها الحديث ، وفى هذا الباب سوف نقدم نبذة مختصرة لبعض الفروض

والنظريات القديمة نسبيا التى سبقت الحديثة السائدة الآن ، والتى تعتبر " الفروض القديمة " أساس معظم الفروض والنظريات الحديثة .

فى عام ١٧٩٦م صور العالم الفلكى " لابلاس " تكوين الشمس والكواكب من سديم غازى هائل .

ولعله من العسير تحديد نقطة زمنية لانطلاق الثـــورة العلميـــة التى تولدت من عناصر مختلفة من التراث الاغريقى ومما تفاعلت معه من التراث الفلسفى والعلمى الإسلامى ، ومع ذلك يمكن الاتفاق علـــى أن بدايتها الملحوظة قد اقترنت بالقرنين السابع والثامن عشر ، وكـــان من بين روادها " فرنسيس بيكون " ، " كوبرنيكوس " ، و" جـــاليليو " ، " وديكارت " ، " ونيوتن " . وهذا لا يعنى أنه لم تكن هناك محـــاولات لتفسيرات علمية فى مناطق أو أزمنة أخرى ، ولكن العلم فـــى نمـــوه كحركة منظمة متراكمة كان علامة بارزة فى هذين القرنين ، واستمر تدفق تلك الحركة دون توقف أو انقطـــاع . وكـــان منتـــصف القـــرن الثامن عشر بدء مرحلة هامة فى تقدم العلوم الطبيعية وذلـــك حينمـــا بدأت وجهات النظر القديمة عن ثبات الكون تنحسر وتتلاشى أمام آراء أو مفاهيم جديدة عن التطور والتقدم المطرد .

ثم يأتى اسحق نيوتن (١٦٤٢-١٧٣٧م) ، كان أول من جذب الانتباه إلى قوانين حركة الكواكب ، فبعد اكتشاف قـــوانين الميكانيكـــا والقانون العام للجاذبية الذى يتحكم فى حركة الكواكب حول الـــشمس ،

توصل " نيوتن " إلى أن نظام الكواكب لم يكن تجمعا عرضيا وبدلا من أن يصل بهذه النتيجة إلى استنساخ تطور المادة ، ومن ثم إلى تكوين النظام الشمسى فإنه توقف عند هذا الحد ، ولم يقدم تفسيرا لذلك . مع أنه كاد يتوصل إلى أن هذا الكون لم يخلق من العدم ، وأن الذى صنعه هو الواحد الأحد والدليل على ذلك هو امتياز حركة الكواكب حول الشمس بعدد من الانتظامات مثل :

١- مدارات الكواكب (عطارد - الزهرة - الأرض - المريخ - المشترى - زحل - أورانوس - نبتون - بلوتو) دائرية تقريبا .

٢- ميول مستويات مدارات الكواكب حول الشمس على بعضها قليل بحيث يمكن القول إن مجموعة الكواكب ليست إلا تشكيلا مسطحا إلى أقصى درجة .

٣- تدور كل الكواكب الكبرى منها والصغرى بغير استثناء حول الشمس فى اتجاه واحد بعينه .

٤- المسافات فى المدارات المتجاورة للكوكب تزداد كلما بعدنا عن الشمس .

٥- لا يظهر الفرق بين الكواكب الأرضية والكواكب العملاقة فى المقياس والكثافة فحسب ، ولكنه يظهر كذلك فى سرعة دورانها حول محاورها وفى عدد توابعها .

إن هذه الانتظامات توضح أن الكواكب والشمس ، قد تكونت

فى وقت واحد تقريبا ، وفى نفس المنطقة ، ومن المادة التـــى كانـــت تدور حولها فى ذلك الوقت ، كما أنها تشير إلى أن نظام الكواكب ليس مجرد تجمع فوضوى عفوى أو تجمع عن طريق المصادفة للأجـــرام فى المجموعة الشمسية ، بل أن هناك مهندسا قدرته خفيـــة لا نهائيـــة تتحكم فى كل هذا وذاك ، وطاعتها له طاعة كاملة من كـــل النـــواحى وبالطبع هذا المهندس هو الله القادر المتكبر ، ســبحانه وتعـــالى عمـــا يصفون .

والخلاصة تتبلور فى أن فيزياء نيوتن وقوانينه المشهورة تشير إلى أن كل المظاهر الفيزيقية يمكن إرجاعها واختزانها فى الجزيئـــات المادية وحركتها مع حركة الجاذبية ، ومنذ الخليقـــة يتحـــرك الكـــون كالآلة التى تحكمها قوانين لا تتغير فى حتمية صارمة ، فكل ما يحدث له سبب محدد وله نتائج مقدرة ، ويمكن من حيث المبدأ التنبؤ بحالـــة أى جزء من نظام الطبيعة إذا تعرفنا على تفصيلات مكوناته الكاملة ، وفى هذا السياق ليس للإنسان الملاحظ أو المجرب أى أثر بتدخله فـــى الظاهرة المدروسة ، وبذلك أصبح نموذج فيزياء نيوتن هـــو النمـــوذج الذى يحتذى لكل معرفة علمية بظواهر الكون والطبيعة من أجل فهـــم وتفسير يقينى لتلك الظواهر .

وقد سيطر هذا المفهوم كقاعدة أساســية لدراســة كثيـــر مـــن الظواهر الطبيعية دراسة علمية قرابة قرنين من الزمان وتـــم توظيفـــه

بنتائج باهرة فى عديد من منجزات عالم الأمس واليوم سواء فى مجال الفلك أو الكيمياء أو علوم الأحياء ، ومع الاستمرار والمتابعة لتطبيق فيزياء نيوتن فى مختلف المجالات ومع ما صادفها من نجاح علمى وتكنولوجى ، بدأ يتضح مدى التبسيط والقصور فى وصفها وتفسيرها بجوانب أخرى من عالم المادة والمجتمع والإنسان . وتبلورت مع أواخر القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين ، وبرزت تصورات ونظريات علمية تزعزع مفهوم العالم الآلة ، والاقتصار على التحليل والاختزال للجزيئات .

وفى عام ١٧٤٥م اقترح " بوفون " عالم الفيزياء الفرنسى الجنسية أن الأرض والكواكب الأخرى قد نشأت من قطع متناثرة من المادة الشمسية التى تمزقت عن الشمس ، حينما اصطدم بها مذنب كبير وهذا من غير المعقول لعدة أسباب أهمها : أن المذنبات هى أجرام سماوية صغيرة الكتلة حيث إن قلب المذنب صغير جدا ورأسه وذيله المتوهج الهائل عبارة عن غازات خفيفة مخلخلة جدا ، حتى لو حدث ذلك ، فإن القطع المتناثرة كان يجب أن تتبع مداراتها مدارات تجبرها على أن ترتد مرة أخرى إلى الشمس ، وحتى لو غير التجاذب المتبادل للشظايا من مداراتها ، وأصبح مانعا من ارتدادها إلى الشمس ، فإنها يجب أن تكون قد تحركت فى مسارات تختلف تماما عن مدارات الكواكب شبه الدائرية الحالية .

وهناك بعض الفروض الأخرى حول أصل المجموعة الشمسية كانت سائدة من عشرات السنين القليلة الماضية مؤسسة على تصادم الشمس بنجم آخر ، أو على الأقل الاقتراب الشديد بين الاثنين وهذه الفروض الخاصة بالتصادم لا تشارك فى تكون النجوم ، لكن فقط فى تكون الكواكب . وفى حالة التصادم أو الاقتراب الشديد ، فإن فتائل من الغاز يمكن أن تنتزع أو تطرد من الشمس ، وهذه الفتائل تبرد لتكون الكواكب ومدارات هذه الكواكب المتكونة ، يجب أن تكون شديدة الاستطالة الشيء الذى يتناقض مع الأرصاد ، وبالإضافة إلى ذلك فإن الطريق الذى تتكون به الكواكب ليس أوضح منه فى حالة الفرض السديمى ، والأكثر من ذلك ظاهرة التصادم بين النجوم نادر جدا وأغلبية الفضاء فى مجرتنا فارغ تماما .

والحسابات التفصيلية تدل على أن احتمال التصادم بين الـ 10^{11} نجم فى مجرتنا على مدى الخمسة بلايين من السنين الماضية ، تبلغ حوالى ١٠ وربما تكون الشمس قد عانت من أحد هذه التصادمات ، وبذلك تكون المجموعة الشمسية قد تكونت نتيجة لحادثة نادرة جدا ، ويبدو أن الأدلة ضد فرض التصادم لذلك يجب لفظه .

وفى عام ١٧٩٦ نشر عالم الفلك وعلم الرياضيات الفرنسى " لابلاس " فرضه الذى ينص على أن نظام الكواكب قد نشأ من الجو الحار المخلخل الذى أحاط بالشمس البدائية ، وامتد مسافات شاسعة

خلف نجوم المجموعة الشمسية الحالية ، وطبقا لوجهة نظره دار هـذا الجو الغازى السديمى الذى أحاط بالشمس كجـرم صـلب ، وتحـرك الجزء الخارجى أسرع من قلب هذا الجو ، ثم أخـذ يبـرد ويـنكمش تدريجيا ، ثم بعد انفلتت مادة الحزام الاستوائى السديمية ، فى المكـان الذى حدث فيه الانفصال ، بينما استمر باقى الغاز فـى الـتقلص . إن هذا الفرض به أخطاء ومغالطات كثيرة خاصة ، وأن " لابلاس " قـدم فرضه هذا بطريقة وصفية ، ولم يقدم أى برهان رياضى لـه ، وفـى أثناء وضعه لهذا الفرض كان يعتقد أن جميع الكواكـب تـدور حـول محاورها فى نفس الاتجاه الذى تدور فيه أقمارها حولهـا ، أى جميـع كواكب المجموعة الشمسية وأقمارها تدور دورانا مباشرا ، ولم يكـن " لابلاس " يعرف حينئذ إلا التوابع التى تدور دورانا مباشرا ، وتبـين فى عام ١٧٩٧م أن توابع أورانوس تدور فى مستوى عمـودى علـى مداره تقريبا . وفى عام ١٨٤٧م وجد لنبتون " تابع " يتحـرك حركـة عكسية ، وخلال النصف الثانى من القرن التاسع عشر ، وجد أن لكـل من المشترى وزحل أيضا توابع تتحرك حركة عكسية .

وفى عـام ١٨٧٧م وجـد أن للمـريخ " تابعـان " لهمـا حركـة مباشرة ، ولكن تأكد أن أقرب توابع المريخ المسمى " فوبوس " يدور حـول كوكبه – أى المريخ – بسرعة أكبر بـثلاث مـرات مـن سـرعة دوران الكوكب نفسه حول محوره ، وكل هذه الاكتـشافات تتنـاقض مـع فـرض " لابلاس "

اعترض معظم علماء الفلك الرياضى على فرض " لابـلاس " وذلك لأن غازًا لطيفًا بهذا المقدار لا يمكن أن يكون بين دقائقه من قوة التجاذب أو التماسك ما يكفى لجعله يدور حول نفسه كأنه جسم جامد ، وأن قانون الاستمرار على الحركة يقـضي أن تـدور الـشمس الآن بالسرعة التى كان السديم يدور محيطه بها حينما كان واصلا إلى فلك نبتون ، فتكون سرعتها ٢١٣ ضعف ما هـى عليـه الآن ، كمـا أن الجذب الذى بين الدقائق لا يكفي وحده لتوليد حركة رحوية ، ومن ذلك فإما أن تكون تلك الحركة الرحوية كانت موجودة فى السديم الأصلى ، أو أنها وصلت إليه بعد ذلك بفاعل آخر . ويحاول بعفو العلماء تفـسير قلة سرعة الشمس الحالية ، والتي كان يجب أن تكون ٢١٣ ضعف ما هى عليه الآن ، بافتراضهم أن سطح الشمس كان يقذف بـسيل مـن الذرات وكان يجب أن يكون غزيرا جدا بعد فترة قصيرة من تكونهـا حتى يعوق حركتها .

أظهر عالم الفلك الانجليزى " روبرت بول " بالحساب أنـه إذا دارت كرة سديمية على محورها مالت دقائقها إلى الانبساط ، فيـصير شكلها كالقرص أو تصير صفيحة باطنها أسـرع دورانـا مـن محيطهـا ، فيتكون من المحيط شكل لولبى ذو أذرع ، ويتكون فيـه عقـد أكثـف مـن غيرها ، فعلى هذا النسق تكونت الشمس وسياراتها من سديم كبيـر ، والسؤال الذى ليس له إجابة فى مثل هذه الفروض ، هو كيف دار هذا السديم على محوره ؟

قرب نهاية القرن التاسع عشر قدم " تــشمبرلين " و " مــولتن " فرضهما الذى ينص على أن الشمس كانت فى سالف عصرها قائمــة بذاتها خالية من الكواكب ثم مرت شمس أخرى علــى مقربــة منهــا فتجاذبت الشمسان ، وحدث مد شديد فى مادة كل منهما عن جانبيهــا ، فخرجت من جانبى شمسنا مادة تساوى جزءا من سبعمائة جــزء مــن جرمها ، وكان من المحتمل أن تعود إليها بعد ابتعاد الشمس الأخــرى عنها ، ولكن تلك الشمس لم تكتف بجذب هذه المــادة ونزعهــا مــن شمسنا بل دفعتها بجاذبيتها فى الفضاء ، فصارت تحت تأثير قوتين قوة جذب الشمس الأولى لها لإرجاعها إليها مرة أخرى ، وقوة دفع الشمس الأخرى لها فى الفضاء ، فسارت بين هاتين القوتين ، أى دارت حــول الشمس ، كما تدور أذرع السديم اللولبى حوله ، ثم تجمعــت دقائقهــا وتكونت منها السيارات وأقمارها ، وكما سبق أن بينا ظاهرة التــصادم بين أى جسمين فى الفضاء هى ظاهرة نادرة الحدوث ، فإننا نجد أيضا أن " تشمبرلين " و " مولتن " قد أغفلا خاصية التصادم غيــر المــرن للجسيمات المتصادمة ، ولقد كانت غلطتهما فى الحقيقة أنهما لم يفهمــا كيفية تكوين هذا الحشد من الجسيمات فــلا يمكن للمادة التى يقذف بها من الشمس أن تعطى جسيمات لها مثل هذه الكمية من التحرك الزاوى التى تمتلكها الكواكب الآن ، وفى نفس الوقت ظهر فرض " ليجونديه " الذى ينص على أنه أى حشد من الجسيمات يجــب أن يكــون هنــاك

صدمات غير مرنة ، كما أنها تتماسك أيضا ، لذا استقرت الجسيمات في قرص دائر مسطح تماما تكونت منه الكواكب .

ويرى " المسيوبلو " أن تولد العوالم جاريا على موجب الناموس الذى يتولد به الطفل من والديه والبذرة من عضوى التذكير والتأنيث فى النبات أى تلتقى كرة فلكية بسديم فلكى فينشأ من التقائهما أو تزاوجهما شمس وسيارات وأقمار ، ويكون التوالد فى الكون كله ناموس واحد شامل لكل ما فيه من الكائنات .

وفى النصف الأول من القرن العشرين قدم عالم الفلك الانجليزى " جينز " فرضًا يشابه إلى حد كبير فرض " مولتن " ، فافترض أن المادة التى تكونت منها الكواكب قد تمزقت من الشمس ، وذلك بأن جذبها نجم هائل مر بسرعة فى منطقتها ، أى بالقرب منها أو جبرها على الدوران حول الشمس فى اتجاه حركتها ولكن هذا الفرض فشل بسبب أن المسافات بين النجوم كبيرة للغاية ، لدرجة أن ظاهرة اقتراب نجمين من بعضهما ظاهرة نادرة الحدوث وهناك اتجاه آخر يؤيد الفرض حيث إن بعض العلماء يعترفون بوجود بعض الظواهر النادرة تحدث فى الطبيعة .

وبين الفلكى " أرسل " أن فرض " جينز " لا يمكن أن يقدم تفسيرا لأبعاد الكواكب فى المجموعة الشمسية الشاسعة ، وأن النجم يجب أن يمر على مسافة قريبة جدا من الشمس حتى يجذب منها

المادة ، وحتى لو حدث هذا فإن القطع المتناثرة كان يجب أن تدور فى المنطقة المجاورة مباشرة للشمس ولا تبعد عنها بـأكثر ممـا يعـادل قطرها بضع مرات فحسب ، والحقيقة أن الكواكب تبعد عـن الـشمس بمسافات تبلغ ضعف قطر الشمس آلاف المرات ، فمثلا المسافة بـين المشترى والشمس ٥٠٠ مرة قدر قطر الشمس ، وعموما فالحـسابات الرياضية أثبتت بما لا يدعو الشك بأن نظرية " جينـز " لا يمكـن أن تفسر الأبعاد الشاسعة بين الشمس والكواكب .

وأخيرا فلقد تجمع الكثير من الحقائق التى يستطيع علم الكـون الاعتماد عليها كأساس ، وجمـع الجيولوجيـون والجيوفيزيقيـون - والجيوكيميائيون معلومات قيمـة عـن تركيـب الأرض وتطورهـا وأصبحت هذه المعلومات أساسا لمعرفة أصل الأرض . مهمـا كـان أصل النظام الشمسى ، ومهما كانت الطريقة التى تكون بها ، فلا توجد شبهه فى أن الشمس والكواكب كانت وقتا ما شديدة الحرارة ، والشمس أشدها سخونة ، والكواكب أكبرها أشدها سخونة ويتلوه فى السخونة ما بعده فى الكبر من ناحية الجرم إلى آخرها ، ثم جعلت هـذه الكواكـب تشع حرارتها وتبرد أصغرها قبل أكبرها . والمرجح أنه لمـا بـردت الكرة الأرضية حتى جمدت قشرتها كانت الشمس لا تزال فـى حالـة شبيهة بالسدم ، فقد كانت أولا مثل نجم من نجوم الهيليـوم الـضارب بياضا إلى الزرقة يحيط السديم بها ، كما يحيط بنجوم الثريا ثم تدرجت

فصارت مثل النجوم التى من نوع الشعرى ودامت فـــى هــذه الحالـــة زمانا أطول من الزمان الأول ، لأن النجوم التى من هذا النوع أكثـــر عدد من نجوم النوع الأول ، واستمر الاتساع فيها إلى أن بلغت حالتها الحاضرة بنورها الأصفر الذهبى ، فصارت مثل النجوم التى من نـــوع السماك الرامح .

وستستمر على الإشعاع إلى أن يصير لونها أحمر قانيا كقلـــب العقرب . أما كم مر من الدهور عليها حتى تدرجت بين الحالة الأولى إلى الثانية ، فلا يحتمل أن يصل علم النـــاس إليـــه ، ويعتقـــد بعـــض الفلكيين أنه مضى على القمر من حين الفصل عن الأرض إلـــى الآن نحو ٥٧ مليون سنة ، وانفصاله حديث جدا بالنسبة للـــدهور الطـــوال التى مرت على تكوين الشمس ، واشتقاق الكواكب منها .

بعض الحقائق العلمية :

قبل أن نبدأ الكلام عن النظريـــات الحديثـــة الخاصـــة بنـــشوء الكون ، يجب أن نستعيد إلى الأذهان بعض الحقائق العلمية الأساســـية التى تعتمد عليها خصائص المادة ، وتوزيعها فى الكون ، كما ينبغـــى علينا أن نتعرف مبدئيا على أنواع الأجـــرام الـــسماوية وخصائـــصها المختلفة ... وهذا ما توصلنا إليه علـــى مـــستوى القـــارىء العـــادى لتعقيدات النظرية النسبية ، وكذلك نظرية الكم ومن ذلك :

١- إن المادة تتألف من جسيمات أولية . وأن الكون في أساسه لا يتكون من وحدات أو أجزاء صغيرة تعتبر لبنات بنائه ، وأنها منعزلة عن بعضها ، وإنما هو شبكة معقدة من العلاقات والتداخلات والتبادلات بين مختلف مكوناته .

٢- لكل وحدة متوسطة الكتلة من المادة ، توجد كمية محددة من طاقة الحركة المتاحة ، وبعبارة أخرى فإن المادة ليست في سكون تام ومطلق ، لأن درجة حرارتها لا تبلغ درجة الصفر المطلق أبدا . وهي لذلك في حالة عدم ثبات ناتج عن التحريك الحراري لها في كل مكان . وكذلك لا توجد تكوينات مادية ثابتة في الطبيعة ، ومع ذلك فإنها تتسم بالاستقرار لكنه استقرار قائم على توازن دينامي في حركتها .

٣- تتفاعل الجسيمات الأولية بعضها مع بعض ، كما تتفاعل مع الإشعاع الكهرومغناطيسي ، وتتحكم في التفاعل بين الجسيمات أنواع عديدة من القوى ... منها القوى النووية والقوى الكهرومغناطيسية وقوى الجاذبية التثاقلية .

٤- كل أجزاء الكون ليست ذات كيان مادي مكون من خامة ، لكن ينظر إلى جزيئاته على أنها علاقات ممتدة إلى الخارج مترابطة مع أشياء ، وهذه الأشياء مرتبطة بعلاقات مع أشياء أخرى وهكذا دواليك مما يكشف في النهاية عن وحدة الكون ، علما بأن علاقة الترابط ليست خطية .

٥- الكتلة شكل من أشكال الطاقة ، وليست مجرد كيان مادى ، والجزيئات أو الدقائق هى أيضا حزم من الطاقة .

٦- ليس لضد المادة وجود بدرجة كبيرة ، على الأقل من النواحى الكونية التى تنبعث منها الفوتونات والإشعاع الجسيمى (الكونى) . وبعبارة أخرى فإن المادة فى كل مكان - أو على الأقل فى الأعماق الفضائية التى تبلغها المناظير الكبرى ، البصرية والفوتوغرافية والراديوية - إنما تتألف من بروتونات ذات شحنة موجبة ، والكترونات ذات شحنة سالبة ونيترونات لا شحنة لها . فإذا كان هناك بالإضافة إلى هذه المادة العادية - ضد لها أو مقابل ، يتكون من بروتونات سالبة والكترونات موجبة ، كما أنه يساويها فى الكمية ، فمن المنتظر أن نشاهد بسهولة ويسر ، أشعة جاما التى تبلغ شدتها ٢٠١٠ الكترون فولت . ولكن مثل هذه الحالة ، لا يزال يعوزها التأييد المستمد من المشاهدات والأرصاد .

٧- لا يعتبر الملاحظ (الراصد) أو الباحث مجرد محايد فى ملاحظاته لخصائص الظواهر الذرية واستخلاصها ، ولكنه ضرورة لإيجاد تلك الخصائص التى لا توجد خارج قراره ووعيه ، وكما يقول أحد علماء الذرة إن الطريقة التى لا تلاحظ بها الإلكترون مثلا ، سوف تقرر خصائصه إلى حد ما ، فإذا سألته سؤالا موجها أو ذبذبة أعطاك إجابة موجهة أو ذبذبة . ولا يمكنك

التحدث عن الطبيعة أبدا دون أن نتحدث عن أنفسنا فـــى الوقـــت ذاته ، وهكذا دخلت الذات الملاحظة فى سباق البحث ، ولذلك تقدم لنا الفيزياء الجديدة صورة مغايرة تماما لصورة الكون " الإله " هو كون موحد لا ينقسم دينامي مليء بالحركة والنشاط فـــى جـــوهر كيانه ومكوناته مترابطة فى شبكة من العلاقات والتفاعلات ، ثم إن عملية الترابط والتفاعل من مكوناته على مستوى الجزيئات أهم من المكونات ذاتها ، وكما قال أحد العلماء هناك فى المـــادة حركـــة ، لكنه لا يوجد أشياء تتحرك ، وهناك رقص ، لكن لا يوجـــد مـــن يرقص ، وإن نمط العلاقات والتفاعلات ينبغى أن يكون أساسا لكل التعاريف .

٨- بكل ما ذكر من حقائق المادة ، ومضافا إليـــه قـــوانين الـــديناميكا الحرارية ، والميكانيكا الإحصائية ، استطاع العلمـــاء أن يحـــددوا خصائص المادة والإشعاع ، وتوزيعها فى الكون على افتـــراض أن الكون الذى يحيط بنا ، إنما يحتفظ دوما بشبابه ، فلا يعتريه عجـــز ولا شـــيخوخة ،أمـــا إذا كـــان الكـــون ينتـــشر ويتمـــدد ويتـــسع باستمرار ، بمعنى أنه يتطور شكلا وموضوعا ، فإن حالة المـــادة فى مرحلة ما تعتمد على ما كانت عليه الظروف الأولية للكـــون ، وعلى عمر هذا الكون ... ذاك معناه الزمن الذى استغرقه الكـــون حتى أصبح ما هو عليه اليوم ، لـــذلك فـــإن الدراســـات الخاصـــة

بالوحدات المختلفة للمادة وتوزيعها فى الفضاء ، سوف تضعنا وجها لوجه أمام فرضيين علميين هما :

- هل الكون فى حالة ثابتة ؟
- هل الكون فى حالة متطورة ؟

ومن البداهة القول هنا ، بأن هذين الفرضين ، إنما هما وليدا الرصد والمشاهدة الفلكية لمختلف أنواع الأجرام السنوية . ومن أهم الأجرام السماوية التى عرضت لمثل تلك الدراسة ، الأنظمة النجمية ، مثل المجرات والمجرات هذه هى أجرام واسعة الامتداد كبيرة الحجم . وكثيرا ما تتعنقد تلك المجرات فتؤلف فيما بينها ما يسمى بالأنظمة المجرية . وهى أنظمة تنفصل عن بعضها البعض بمسافات شاسعة . كما أنه توجد عناقيد نجمية كروية الشكل أو مفتوحة . ولقد استطاع العلماء التعرف على ما هى عليه من أبعاد سحيقة فى أعماق الفضاء ... وما يفصل بينها وبين بعضها ، أو بينها وبين الشمس من مسافات شاسعة . وقد أوضحنا ذلك فيما سبق فى باب سابق " لبُنات الكون "

المراجـــع

١- تفسير الآيــات الكونيــة   د. عبـــــد الله شـــــحاته

دار الاعتصام

٢- نظرية نشأة وطبيعة الكون   الأمين محمــد أحمــد كعــورة

جامعة أم درمان الإسلامية

٣- أصل نشأة وطبيعة الكون   ترجمـــة مجــدى نــصيف

دار الكتاب العربى للطباعة والنشر

٤- العلوم الطبيعية فى القــرآن   يوســــــف مــــــروه

دار مكتبة الهلال - بيروت

٥- آفات جديدة فى علم الفلك   ترجمة أحمد حــسين ســلامة

مكتبة الوعى العربى مصر

٦- مجلـــة التقـــدم العلمـــى   العــــــدد العــــــشرون

أكتـــوبر / ديـــسمبر ١٩٩٧

مؤسسة الكويت للتقدم العلمى - إدارة الثقافة العلمية

٧- الترجمة العربية لمجلـــة   المجلــــد ٧- العــــدد ٤

العلـــوم الأمريكيــــة   إبريـــــــــل ١٩٩٠

٨- مجلـــة التقـــدم العلمـــى   العــدد الحــادى والعــشرون

ينـــاير / مـــارس ١٩٩٨

مؤسسة الكويت للتقدم العلمى – إدارة الثقافة العلمية

٩- علوم دائــرة " الفلــك " إيـــان جراهـــام ترجمـــة د. محمد أمين سليمان سفير ١٩٩٥

١٠- أطلس النجوم الطبعة الأولى عماد عبـد العزيـز مجاهـد

المؤسسة العربية للدراسات والنشر – بيروت

١١- المجلـــة الفلكيـــة العدد الأول – السنة الرابعة ٢٠٠١

الدار العالمية للطباعة والنشر – بيزا

١٢- عالم المعرفة – رؤى مستقبلية

١٣- مجلة الجمعية الكيميائية – الكويت العـــدد ٤٨ يوليـــو ٢٠٠٢

١٤- الكون بهجت المعرفة

دار المختار للطباعة والنشر والتوزيع – جنيف سويسرا

١٥- مجلة التقــدم العلمــى العـــدد الرابـــع إبريـــل / يونيــــــــــو ٢٠٠١-٥٨

١٦- السفر إلـــى الكواكـــب جوناثان نورتـــون ليونـــارد – ترجمـــة إســـماعيل حقـــى

مكتبة النهضة المصرية ١٩٥٧

١٧- نحــــن والكــــون أ.د. رشدى عـــازر عبـــروس

وزارة البحث العلمي – المعهد القومي للبحوث الفلكية

والجيوفيزيقية – سلسلة تبسيط العلوم

١٨- مع النجوم فى تطورها سيسليا بين جابوشكين - جامعة هارفد ترجمة د. صلاح حامد ، د. أحمـــــــد مختـــــــار

١٩- مشارف علــم الفلــك فرد هويل ترجمة إسماعيل حقــى

دار الكرنك للنشر

٢٠- بدايـــة بـــلا نهايـــة جورج جاموفى ترجمة محمد زاهر

الهيئة العامة للكتاب سلسلة الأف كتاب الثانى ١٩٩٠

٢١- مجلـــــة الجمعيـــــة الكيميائيـــة - الكويـــت العـــــدد ٤٧ إبريـــــل ٢٠٠٢

٢٢- مقال للأستاذ أحمد فؤاد باشا بجريدة الأهرام ٢٠٠٢/٨/١٦

٢٣- التقـــــدم العلمـــــى العدد ٣٩ يوليو / سبتمبر ٢٠٠٢

فهـــرس

الموضـــــوع	الصفحة

أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا

٩١٤/١١/٧/٢٠١٠/ ١٨٠/ ١٠٠٠

رقم الإيداع: ١٤٦٧ / ٢٠١٠ الترقيم الدولي ....

تحريرا في ٢٨/٦/٢٠١٠ المستلم



تصميم الغلاف : عمرو الشاري